

I. *Zur Kenntniss der Natur der Spannungselektricität an ungeschlossenen Inductionsspiralen, und Angabe einer bequemen Ladungstafel für dieselbe¹⁾;*
von Dr. Sinsteden.

Nachdem ich vor mehreren Jahren starke Spannungselektricität, selbst Funken, schmerzhaft Einwirkungen auf dünne Hautstellen, und Erschütterungsschläge an den ungeschlossenen Inductionsspiralen sowohl eines magneto-elektrischen Rotations-Apparats, als auch einer Volta-elektrischen Inductionsrolle, sowie dieselben Erscheinungen auch am Stahlmagnet des ersten und an dem Eisendrahtbündel des letzteren beobachtet, und über diese Erscheinungen in physikalischen Schriften vergeblich um Auskunft nachgesucht hatte, wandte ich mich deshalb brieflich an einen berühmten Berliner Physiker. Derselbe hatte darauf die Güte mir im April 1843 Folgendes zu schreiben: »Wäre die Sache, wie sie Breguet und Masson gefunden haben wollen, (Vergl. *Archives de l'électricité* 1842 p. 381, — *Annalen* Bd. 69, S. 362), so wäre sie höchst wichtig — versteht sich von selbst, dafs in jenem Versuche die beiden Drähte nicht wirklich die Bedingungen einer Leidener Flasche gehabt haben, denn dann ist die Drahtform gleichgültig, und das Ganze eine Erscheinung der Spannungselektricität.« Jetzt finde ich nun, dafs die Sache sich wirklich so verhält, wenn auch vielleicht in einem etwas andern Sinne, als diese Worte ursprünglich gemeint waren: ich finde nämlich, dafs die Funken und Erschütterungsschläge, welche man erhält, wenn man das eine Ende der inducirten, und ein Ende der inducirenden Drahtrolle,

1) Vergl. Pogg. Ann. Bd. 69, S. 353.

Poggendorff's Annal. Bd. LXXXV.

durch welche ein Volta'sches Element abwechselnd geschlossen und geöffnet wird, anfaßt, *einmal eine reine Wirkung der Spannungselektricität sind*, die hier immer nur momentan auftritt, und der die, durch Isolation und Bindung zu bewirkende *Dauer* noch abgeht, — und *zweitens*, *dass diese Erscheinungen durchaus nicht an die Drahtform gebunden sind*. Die Drahtform ist bei diesen Erschütterungsschlägen in der That ganz gleichgültig; sie sind nichts anderes, als die Entladung einer allerdings etwas eigenthümlichen Leidener Flasche: denn Funken und Erschütterungen bleiben ganz dieselben, oder werden vielmehr noch verstärkt, wenn man in dem Versuche die Drahtform mit der Flächenform vertauscht. Der inducirende und inducirte Spiraldraht ist nothwendig, um eine *Ladung zu bewerkstelligen*, wie die Glaselektrisirmaschine nothwendig ist, um eine Leidener Flasche zu laden; aber die, *Erschütterungen und Funken verursachende, Entladung* der vollständig von einander isolirten beiden Spiraldrähte hat mit der Drahtform nichts zu thun, — ebenso wenig, wie die *Entladung* einer Leidener Flasche mit der Glaselektrisirmaschine noch etwas zu schaffen hat. Die Drahtform ist vielmehr in gewisser Hinsicht bei der nähern Untersuchung der fraglichen Erscheinung hinderlich und störend, weil durch sie die Erscheinungen der Stromelektricität und der gleichzeitig auftretenden Spannungselektricität sich gemischt darstellen können, wogegen die Platten, mit welchen ich die Inductionsrolle versehen habe, die spannungselektrischen Erscheinungen vollkommen *gesondert* von der Stromelektricität zur Erscheinung zu bringen gestatten. Die Drahtform trägt auch hauptsächlich die Schuld, dass es nicht *jedesmal* gelingt, mit dem magneto-elektrischen Rotations-Apparate oder einer Volta-elektrischen Inductionsrolle, wenn sie auch fast hinreichende Spannungselektricität liefern, eine Leidener Flasche zu laden. Hr. Prof. J. Müller, welcher in seinem *»Bericht über die neuesten Fortschritte«* u. s. w. Bd. 1, S. 700 meine Beobachtungen über Spannungselektricität an ungeschlossenen Inductionsspiralen

bespricht, hat es doch aber nicht für gut befunden, auch anzuführen, daß es gelungen sey, an Inductionsspiralen eine Leidener Flasche zu laden, — ein Versuch, der überhaupt noch mit großem Mißtrauen betrachtet zu werden scheint. Ich fand mich daher kürzlich veranlaßt, denselben noch einmal vorzunehmen, um wo möglich eine Weise aufzufinden, ihn mit größerer Sicherheit zu bewerkstelligen. Der Grund der Schwierigkeit, eine Leidener Flasche durch eine Inductionsspirale zu laden, liegt offenbar darin, daß die Inductionsströme *momentane* Ströme sind, daß sich also an den Enden der *offenen* Inductionsspirale *auch nur momentan freie Spannungselektricität befindet*; bringt man daher das eine Spiralende an die äußere Belegung der Leidener Flasche und berührt dann mit dem Knopf der inneren Belegung das entgegengesetzte Drahtende *derselben* Spirale *auch nur einen Augenblick länger*, als die Spannungselektricität an demselben *besteht*, so muß die Flasche, wenn sie sich auch wirklich geladen hatte, nothwendigerweise durch *längere* Berührung der *nun keine Elektricität mehr zurückführenden* Spirale wieder *entladen* werden. Ich half mir hierbei früher dadurch, daß ich ein Stückchen mit Seide umsponnenen Kupferdrahtes zur Hälfte vom Seidengespinnst entblöfste, dieses blanke Drahtende um den Draht der innern Belegung der Leidener Flasche, nachdem der Knopf abgeschraubt war, wickelte und befestigte, nun den mit Seide übersponnenen, vorstehenden und am Ende in einen spitzen Winkel zurückgebogenen Drahttheil, etwa $\frac{1}{4}$ Zoll vom Ende, gegen das eine Ende der Inductionsspirale legte, indem ich die Flasche nebst dem entgegengesetzten Spiraldrahtende, gegen die äußere Belegung angedrückt, hielt, und dann die Flasche rasch zurückzog, so daß das mit Seide umspinnene Drahtende der innern Belegung der Flasche einen Augenblick über dem damit berührten Ende der Inductionsspirale schleifte. Die am Ende der Inductionsspirale sich ansammelnde Spannungselektricität schlug nun in Fünkchen durch das Seidengespinnst auf die innere Belegung der Flasche über; aber diese Belegung kam

nie in metallische Berührung mit der Inductionsspirale, und die Flasche konnte sich daher, durch die Continuität der Spirale selbst, nicht so leicht wieder entladen. Je nach der Dichtigkeit der Spannungselektricität, wandte ich einen einfachen oder mehrfachen Seidenüberzug an. Auf diese Weise gelang das Laden der Leidener Flasche, sowohl eines kleinen Kölbchens von etwa 9 □ Zoll, als auch eines grossen Zuckerhafens von etwa 1½ □ Fufs innerer Belegung jedesmal, so dafs ich in meinem angeführten Aufsatze mit Recht sagen konnte: »es gelang sehr leicht eine Leidener Flasche zu laden.«

Ich will jetzt eine an der Volta-elektrischen Inductions-Rolle und an der Saxton'schen Maschine leicht anzubringende Vorrichtung angeben, welche *Ladungstafel* heissen mag, weil sie die Stelle einer gewöhnlichen Leidener Flasche vertritt, und ganz dieselben Wirkungen wie diese hervorbringt, deren Ladung aber keine Schwierigkeiten macht, die sich vielmehr unaufhörlich selbst ladet und entladet, und zwar mit einer solchen Energie, dafs die *hellglänzenden und knallenden Entladungsfünkchen, welche zwei Linien lang frei durch die Luft fahren, eine sechsfache Lage von Schreibpapier unausgesetzt durchbohren.*

Ich habe in meinem oben angeführten Aufsatze angegeben, dafs das in einem Glascylinder stehende Eisendrahtbündel der Volta-elektrischen Inductionsrolle, sehr starke Spannungselektricität zeigte, die mir schon damals stärker zu seyn schien als diejenige, welche an den ungeschlossenen Spiralen selbst wahrgenommen wurde. Sie war desselben Zeichens wie die des inneren Drahtendes der Inductionsspirale; fafste man das *äufsere* Ende der Inductionsspirale und berührte mit dem Finger das eine oder andere Ende der Magnetisirungsspirale, oder auch die Kante des Eisendrahtbündels, so fühlte man sehr schmerzhaft Funken auf den Finger überströmen. Die der ganzen Oberfläche des Eisenkerns zunächst liegenden *inneren* Windungen der inducirten Spirale erregten also starke Spannungselektricität, nicht nur in der ihnen zunächst liegen-

den kurzen dicken Magnetisirungsspirale, sondern auch in dem *cyllindrischen* Eisenkern. Hiernach liegt es nun sehr nahe, auch einen metallenen Cylinder ganz nahe den *äussersten* Windungen der Inductionsrolle, gut isolirt von demselben, anzubringen, auf den die *äussersten* Drahtwindungen der Inductionsspirale ebenso einzuwirken vermöchten, wie die *innern* Windungen auf das isolirte cylindrische Eisendrahtbündel einwirkten. Wie das Eisendrahtbündel starke Spannungselektricität zeigte und stärkere als das *innere* Ende der Inductionsspirale, *beide gleichen Zeichens*, so, darf man schliessen, würde der *äussere* Metallcylinder gleichfalls stärkere Spannungselektricität zeigen als das *äussere* Ende der Inductionsspirale, und *gleichen Zeichens*, mit ihm — so dafs dann der *äussere* Metallcylinder immer die *entgegengesetzte* Spannungselektricität haben würde wie der *innere* Metallcylinder, — das Eisendrahtbündel nämlich. Auf diese Weise hätte man zwei ziemlich grofse isolirte Metallflächen, die *momentan* immer gleichzeitig *entgegengesetzte* Spannungselektricitäten besäfsen; die zwar zu weit aus einander stehen, als dafs sie unmittelbar bindend auf einander wirken können, wie die innere und äussere Belegung der Leidener Flasche, die aber der fortwährend momentan auftretenden Elektricitätsquelle, den äufsern und innern cylindrischen Flächen, welche die Inductionsspirale durch ihre innersten und äufsersten Drahtwindungen bildet, am günstigsten gelegen sind, um eine elektrische Einwirkung zu erleiden. Beide Metallcylinder (Ladungstafeln), könnten mit Knöpfen versehene, dicke Messingdrähte tragen, die je nach der Schlagweite beliebig einander genähert würden, damit durch sie, die Tafeln sich in demselben Momente, wo sie sich geladen haben, entladen könnten, ohne Gefahr zu laufen, dafs sie sich wie eine wirkliche Leidener Flasche, die man an den Spiraldrahtenden selbst ladet, durch eben dieselbe Spirale auch wieder entladeten. Nach dieser Idee stellte ich nur einen Apparat folgendermassen zusammen:

1. Apparat.

Ein aus dünnen Eisendrähten bestehender Cylinder 5" lang, 1" 8'" im Durchmesser, wurde an jedem Ende mit einer Holzscheibe von $3\frac{1}{2}$ " Durchmesser versehen, so daß die Enden des Eisencylinders 1" aus der Mitte dieser Scheiben hervorragten. Da dieser Cylinder aufrecht zu stehen bestimmt ist, so hat er also eine obere und eine untere Holzscheibe. Zwischen den beiden Scheiben wurde der Eisencylinder mit einer mehrfachen Lage Seide, die mit Schellackauflösung getränkt war, umwickelt, darauf ein doppelt mit Seide umspinnener, mit Schellacklösung überzogener 1" dicker Kupferdraht hin und zurück, in 124 Windungen gewickelt und über diesen noch ein zweiter ganz gleicher Kupferdraht hin und wieder zurück, ebenfalls in 124 Windungen. Die vier Enden dieser beiden Drähte stehen unterhalb der untern Holzscheibe einige Zoll vor, und können leicht neben einander oder auch hinter einander mit einem Volta'schen Element verbunden werden. Im ersten Falle besteht dann also die Spirale aus 124 Windungen von zweifacher, in andern aus 248 Windungen von einfacher Draht-Dicke. Diese Magnetisirungsspirale ist mit einer doppelten Lage Taffet, der mit Schellacklösung getränkt und überzogen ist, umgeben, darauf ist ein Stanniolblatt geklebt, so daß es einen 4" langen aufgeschlitzten Cylinder bildet. Dieser Cylinder bleibt von den beiden Holzscheiben überall $\frac{1}{4}$ " entfernt; dem Schlitz gegenüber ist ein plattgeschlagener dicker Kupferdraht an den Cylinder gelöthet, welcher durch ein, in der obern Scheibe befestigtes Glasröhrchen, worin er durch Siegellack befestigt ist, auf die äußere Seite der oberen Scheibe tritt, wo er $1\frac{1}{2}$ Zoll vorsteht und ein Messingkügelchen von 4" Durchmesser trägt. Der Stanniolcylinder ist wieder mit einer dicken Lage Schellack überzogen und dann noch mit Wachstaffet sorgfältig umgeben. Hierüber ist die 3000' lange Inductionsspirale von $\frac{1}{4}$ " dicken, doppelt mit Seide umspinnenen und mit Schellack überzogenen Kupferdrahte gewickelt. Die so gebildete $3\frac{1}{2}$ " im Durch-

messer haltende Drahtrolle ist noch einmal mit mit Schellack getränkter Seide und einem Blatt Wachstaffet umgeben, worauf dann wieder ein Stanniolblatt geklebt ist, welches einen 4" hohen $3\frac{1}{2}$ " dicken Cylinder bildet, der der Länge nach aufgeschlitzt ist, so daß die Ränder etwa einen Viertel Zoll aus einander stehen. Dem Schlitz gegenüber ist an diesem Stanniolcylinder auch wieder ein dicker Kupferdraht gelöthet, der durch ein Glasröhrchen $1\frac{1}{2}$ Zoll über die obere Holzscheibe, gut isolirt, geführt ist, und ein mit Reibung drehbares, 4" dickes Messingkügelchen trägt. Dieses Kügelchen steht $1\frac{1}{2}$ Zoll von dem des innern Stanniolcylinders entfernt und hat einen $1\frac{1}{2}$ Zoll langen Arm von dünnem Stahldraht, dessen Spitze durch Drehen der Kugel der, dem innern Stanniolcylinder zugehörigen Kugel beliebig genähert werden kann.

In der Mitte eines dicken quadratischen Brettchens von 6" Seite liegt eine 5" dicke 1" 9" im Durchmesser haltende Eisenscheibe mit einem 2" langen horizontalen Arm, der in das Brettchen eingelassen ist. Dieser Arm ist an dem, der Scheibe entgegengesetzten Ende mit einem rechtwinklich aufsteigenden quadratischen Eisenständer verbunden, der 6" hoch und $\frac{1}{2}$ " dick ist. Durch zwei Schrauben, die durch das in das Brettchen eingelassene Eisenstück gehen, ist die Scheibe und der Ständer auf dem Brettchen stark befestigt. Auf der Eisenscheibe ist der Eisendrahtkern und mit ihm die ganze oben beschriebene Inductionsrolle gestellt und durch eine Schraube sicher befestigt. Oben auf dem Eisencylinder liegt eine Eisenscheibe von derselben Gröfse und Dicke, wie die, worauf er steht; sie hat gleichfalls einen zwei Zoll langen Arm von Eisen, dessen Ende auf dem Eisenständer liegt und durch ein Gelenk beweglich an ihm befestigt ist. Auf der oberen Fläche dieses Arms ist eine Platinplatte gelöthet. Eine starke Stahlfeder, unter dem Arm, treibt die Scheibe in die Höhe von dem Eisencylinder ab. Neben dem Eisenständer steht auf demselben Brettchen eine Messingsäule, 7" hoch, von deren oberem Ende ein horizontaler

Arm abgeht, der am Ende ein Schraubenloch hat, durch welches senkrecht eine Messingschraube geht, welche unten in eine Platinspitze endigt, welche auf die Platinplatte des eisernen Arms hinabgeht und gegen welche der bewegliche Arm durch die eben genannte Stahlfeder angedrückt wird. Die Platinspitze kann höher oder tiefer gestellt werden und der die Eisenscheibe tragende Arm kann durch zwei Schrauben, sowohl in seiner auf- und abgehenden Bewegung, als auch in der Kraft, mit der er von dem Eisencylinder ab und gegen die Platinspitze angedrückt wird, regulirt werden. Ein dritter, etwa 2 Zoll hoher, Messingständer steht der Messingsäule gegenüber, auf der entgegengesetzten Seite des Eisenständers. An dem Eisenständer sind die beiden Enden, an dem kleinen Messingständer die beiden Anfänge der magnetisirenden Drahtspirale und zugleich der eine Poldraht des Volta'schen Elements festgeschraubt; der andere Poldraht des Elements ist mit der hohen Messingsäule verbunden. Liegt nun die Platinplatte des die obere Eisenscheibe tragenden beweglichen Eisenarms gegen die Platinspitze der großen Messingsäule angedrückt, so ist das Volta'sche Element durch die Magnetisirungsspirale geschlossen; der Eisendrahtcylinder wird magnetisch und zieht die über ihm schwebende Eisenscheibe an sich, dadurch wird die Platinplatte des Eisenarms von der Platinspitze der Messingsäule abgezogen, und die Kette geöffnet; der Eisencylinder hört auf magnetisch zu seyn und läßt die Eisenscheibe wieder fahren, dadurch wird die Platinplatte wieder gegen die Platinspitze gedrückt, und die Kette wieder geschlossen u. s. w. Diese schließende und öffnende Hammervorrichtung hat nichts Eigenthümliches, wodurch sie sich von schon bekannten unterscheidet; aber die Wirkung des Apparats ist dadurch bedeutend *gesteigert*, daß der stabförmige Elektromagnet bei seiner Thätigkeit, durch das zweimal im rechten Winkel gebogene, dicke Eisen *geschlossen* wird; dieses wirkt also wie der, die beiden Pole schließende Eisenanker eines hufeisenförmigen Elektromagneten, und

es ist bekannt, wie unverhältnißmäßig groß die Kraft eines hufeisenförmigen gegen die eines bloßen stabförmigen Elektromagneten ist. Mit einem mächtig großen Kupfer-Zinkelement verbunden, giebt der Apparat einen brausenden Orgelton, der Tisch und Stuhndielen erzittern macht und weit hin gehört wird. Das Aufwickeln der dünnen langen Spirale kann aus freier Hand nicht so regelmäßig geschehen, daß die äußersten Windungen einen platten Cylinder bilden, es kommen zuletzt immer Vertiefungen und höher liegende Stränge vor, wodurch es dann leicht geschieht, daß tiefer gelegene und oberflächlicher gelegene Windungen sich berühren und die Spannungselektricität leicht von einer Windung auf die andere überschlägt. Dies kommt am leichtesten an den Enden des Drahtcylinders, dicht bei den Holzscheiben vor. Um dies zu verhindern und zuletzt eine platte cylindrische Fläche, auf die sich das äußere Stanniolblatt allenthalben genau anlegt, zu erhalten, ist es zweckmäßig, ehe man die äußerste Lage der Inductionsspirale wickelt, ein Blatt Schreibpapier um die schon gebildete Drahtrolle zu legen, und darüber die letzte Lage des Drahts zu wickeln, was dann vollkommen regelmäßig geschehen kann.

Anfang und Ende der Inductionsspirale sind an messingene Schraubenklemmen gelöthet, die von zwei in dem Fußbrettchen befestigte Glasständer getragen werden. Der Ständer, an welchem das innere Ende der Inductionsspirale befestigt ist, heiße *a*, der zweite, an den das äußere Ende derselben gelöthet ist, *b*, — ebenso die Messingkugel des inneren Stanniolcylinders *A*; die Messingkugel des äußern Stanniolcylinders *B*.

Zunächst war nun zu untersuchen, ob alle betreffenden Theile des Apparats, wie sie sollen, gut isolirt seyen. Zu dem Zweck verband ich den Ständer *a* und die Messingkugel *A* durch zwei Drähte mit dem Saxton'schen Apparat, der den Strom größter Spannung hervorbringt, so daß, wenn zwischen den innersten Drahtwindungen der Inductionsspirale und dem innern Stanniolcylinder eine lei-

tende Verbindung bestanden hätte, der Strom der Saxton'schen Maschine hindurch gehen mußte. Ein miteingeschaltetes empfindliches Galvanometer, welches in gehöriger Entfernung aufgestellt war, zeigte keine Spur eines Stroms an. Ich löste den Verbindungsdraht von der Kugel *A*, hielt diesen Draht in der Hand, und berührte die Kugel *A* mit der Zunge, während die Saxton'sche Maschine immer in Thätigkeit war; ich empfand aber keine Spur einer elektrischen Einwirkung. Die innern Drahtwindungen der Inductionsspirale waren also für Stromelektricität vollkommen isolirt vom innern Stanniolcylinder. Der Ständer *b* und die Metallkugel *B*, ganz auf dieselbe Weise untersucht, gaben dasselbe Ergebniss; die Inductionsspirale war also überhaupt von den beiden Stanniolcylindern für Stromelektricität vollkommen isolirt. Nun untersuchte ich, wie diese Cylinder sich in dieser Hinsicht für Reibungselektricität verhielten. Ich verband den Messingknopf *A* durch einen Kupferdraht mit dem Knopf eines Goldblattelektroskops, während der Inductions-Apparat für sich, ohne galvanisches Element, auf einem gewöhnlichen, nicht polirten Holztische, also nicht gerade isolirt, stand. Als eine geriebene Siegellackstange gegen den Knopf des Elektroskops geführt wurde, gingen die Goldblätter aus einander und divergirten, nachdem die Siegellackstange entfernt war, noch lange Zeit. Der Messingknopf *B*, auf dieselbe Weise untersucht, zeigte sich für Reibungselektricität ebenfalls gut isolirt. Wenn aber das eine oder andere Ende der Inductionsspirale durch einen in den feuchten Boden eingegrabenen Draht vollständig abgeleitet wurde, so divergirten die Goldblätter des Elektroskops in Verbindung mit den Kugeln *A* oder *B* nicht mehr für die *Dauer*; sie zeigten bei Annäherung der geriebenen Siegellackstange eine kleine Bewegung, hingen aber sogleich wieder schlaff neben einander. Diefs ist ein Uebelstand, der durch die große Nähe der bedeutenden Metallmasse der Spiralen nicht auffallen kann, der aber auf die folgenden Untersuchungen von keinem erheblichen

Einfluss ist und der sich wohl nur dadurch beseitigen lassen dürfte, dass man die Stanniolcylinder, anstatt durch Seide, Schellack und Wachstaffet, durch dünne Glascylinder von den Spiralen trennte. Diefs habe ich aber nicht ausgeführt. — Wenn jetzt die mit der Hammervorrichtung versehene Magnetisirungsspirale mit einem einfachen Kupfer-Zinkelement, von etwa 1 □ Fufs Zinkfläche, verbunden, und der ganze Apparat isolirt aufgestellt ist, so zeigen sich an den Enden der langen Inductionsspirale alle die spannungselektrischen Erscheinungen, welche ich früher in diesen Annalen Bd. 69, S. 361 angegeben habe, sehr energisch. Ohne diese Erscheinungen hier zu wiederholen, muss ich mir doch eine Bemerkung darüber gestatten. Masson und Breguet haben nämlich angegeben, dass man jedesmal Erschütterungen erhalte, wenn man das *eine* oder *andere* Ende der inducirten und immer nur das *entgegengesetzte* Ende der inducirenden Spirale anfasse. Ich hatte a. a. O. angegeben, dass man nur dann Erschütterungen bekomme, wenn man das *äussere* Ende der inducirten Spirale und das *eine* oder *andere* Ende der inducirenden Spirale berühre, dass man aber nichts fühle, wenn man das *innere* Ende der inducirten Spirale und das *eine* oder *andere* Ende der inducirenden Spirale anfasse. Diese Beobachtung war mir früher auffallend, auch ist sie in dem Berliner Jahres-Bericht mit einem Fragezeichen versehen, übergegangen, was ich bis vor Kurzem auch für vollkommen gerechtfertigt angesehen habe. Meine Beobachtung ist indessen ganz richtig; man bekommt *keinen* Erschütterungsschlag, wenn man das *innere* Ende der inducirten und zugleich irgend einen Theil der Magnetspirale berührt, sondern nur dann, wenn das *äussere* Drahtende der inducirten und zugleich irgend einen Theil der inducirenden Spirale, oder des Volta'schen Elements oder selbst die Ladungsflüssigkeit, in welcher es steht, berührt. Das Widersprechende beider Beobachtungen wird gelöst, und die Sache durch den Umstand vollkommen erklärt, dass mein Apparat eine *kurze, dicke* inducirende Spirale hatte, in dem

Masson-Breguet'schen Apparat dagegen *beide* Spiralen *sehr lang* waren und *beide* also *freie Spannungselektricität* lieferten. Beim Oeffnen der Magnetisirungsspirale hatten bei dem Masson'schen Apparate also alle *vier Enden* der beiden Spiralen freie Spannungselektricität, und man empfand jedesmal Erschütterungsschläge, wenn man zwei, *verschiedenen* Spiralen zugehörige Drahtenden, die entgegengesetzte Elektricität hatten, berührte. Bei meinem Apparate hatten dagegen nur die *beiden* Enden der langen inducirten Spirale freie Spannungselektricität, die beiden Enden der kurzen dicken Magnetisirungsspirale an und für sich keine, aber die *inneren* Windungen der langen Spirale erregten, wie im Eisendrahtbündel, so auch in der ganzen Masse der Magnetisirungsspirale Spannungselektricität von *demselben Zeichen mit der des innern* Drahtendes der langen Spirale; es war also, wenn man das *äußere* Ende der langen inducirten Spirale mit der einen Hand anfasste, völlig gleichgültig, welches Ende der Magnetisirungsspirale oder welchen mit ihr in Berührung stehenden Leiter man mit der anderen Hand anfasste; immer erhielt man einen Erschütterungsschlag, weil alle diese Theile durch Einwirkung der *innern* Spiralwindungen der langen Spirale die entgegengesetzte freie Spannungselektricität des entgegengesetzten *äußern* Endes der Spirale hatten. Fafste man dagegen das *innere* Ende der langen Spirale und zugleich einen Theil der Magnetisirungsspirale oder das Eisendrahtbündel an, so konnte man keinen Schlag bekommen, weil *beide eine und dieselbe* freie Spannungselektricität hatten und also ein Ausgleichen entgegengesetzter Elektricitäten hier nicht stattfand.

2. Spannungselektrische Erscheinungen der Stanniolcylinder.

Die beiden Stanniolcylinder zeigen die spannungselektrischen Erscheinungen in *verstärktem* Maasse und bietet ihre nähere Untersuchung in vielfacher Hinsicht noch besonderes Interesse dar.

Die beiden über der Drahtrolle hervorragenden, mit je einem Stanniolcylinder verbundenen Messingkugeln *A* und *B* repräsentiren vollkommen eine kleine Elektrisirmaschine, indem die eine unausgesetzt, aber immer nur momentan positive, die andere negative Elektrizität liefert, die sich bedeutend verstärkt, wenn die gerade nicht untersuchte Kugel oder das ihr entsprechende Ende der Inductionsspirale zur Erde abgeleitet ist; ganz so, wie bei der Elektrisirmaschine, wo sich der Conductor stärker ladet, wenn das Reibzeug abgeleitet ist, und das Reibzeug, wenn der Conductor abgeleitet ist. Die Kugel *A* hat immer dieselbe Elektrizität wie das Drahtende *a*, — die Kugel *B* dieselbe wie das Drahtende *b*. — Diefs zeigt sich deutlich, wenn man ein Goldblattelektroskop erst mit dem einen oder andern Ende der Inductionsspirale, und dann auch mit der einen oder andern Kugel verbindet und die bei jedem der vier Versuche erhaltene Divergenz der Goldblätter mit einer geriebenen Siegelackstange untersucht. Das momentane Auftreten der Elektrizität wird unmittelbar an den Goldblättern sichtbar, indem dieselben, wenn das Elektroskop in Verbindung mit der einen oder anderen Kugel bleibt, unausgesetzt rasch aus einander fahren und wieder ebenso rasch zusammenschlagen. Diese Bewegungen sind nicht regelmässig, am wenigsten, wenn die Hammervorrichtung in sehr schneller Bewegung begriffen ist, was aus der Höhe des Tons beurtheilt wird. Man sieht dann die Goldblätter höchst unregelmässige Bewegungen machen, sie schlagen oft aus einer geringeren Divergenz in doppelt so grosse aus einander, ohne vorher wieder zusammengegangen zu seyn; dann fahren sie heftig ganz zusammen oder nur zum Theil, und gehen dann wieder zu einer mittleren oder grössten Divergenz aus einander.

Jede der beiden Kugeln *A* und *B* giebt für sich Fünkchen, stärkere, wenn die entgegengesetzte abgeleitet ist; dieselben fahren bis auf zwei Linien Entfernung auf genäherte metallene Leiter oder auf den Fingerknöchel; sie

sind höchst fein und linienartig, röhlich schwach leuchtend, aber empfindlich stechend. Wenn man sie auch längere Zeit entweder von der Kugel *A* oder von der Kugel *B* auf Jodkaliumkleister schlagen läßt, verursachen sie *keine* Ausscheidung von Jod.

Dreht man nun aber die eine Kugel mit dem Drahtarm so weit herum, daß die Drahtspitze etwa zwei Linien von der anderen Kugel entfernt steht, gleichviel ob eine der Kugeln abgeleitet ist oder nicht, so schlagen jetzt *weißleuchtende, knallende, körperhafte Funken unausgesetzt über*, so schnell, daß man nicht abgesonderte Funken, sondern einen stetigen breiten Lichtstreifen sieht, der in fortwährend verändertem Bogen verläuft und einen auffallend starken Ozon-Geruch verbreitet. Diese Funken sind so stark, daß sie *sechsfach zusammengelegtes Schreibpapier durchschlagen, Alkohol oder mit Colophonium bestreute Baumwolle augenblicklich entzünden* und in einer Entfernung von 20 Schritten, trotz des Geräusches, welches die durch einen Kautschuck-Buffer gedämpfte Hammervorrichtung verursacht, gehört werden. Berührt man die eine Kugel mit der Hand, und nähert der anderen einen Fingerknöchel, so daß ein einzelnes Fünkchen auf ihn springt, so empfindet man einen *heftigen Erschütterungsschlag*, wie von einer kleinen aber stark geladenen Leidener Flasche. Bringt man den Finger näher, so daß fortwährend Fünkchen überschlagen, oder *berührt* man beide Kugeln, so sind die Erschütterungen *continuirlich und unerträglich heftig*.

Läßt man die Funken durch ein mit Jodkaliumkleister bestrichenen Papier schlagen, so bringt jeder Funken einen *schwarzbraunen, breiten Jodfleck hervor*, so daß man in wenigen Sekunden durch Fortbewegung des Papiers eine kleine Zeichnung oder Schriftzüge darstellen kann.

In Rücksicht der Länge und Stärke der Funken ist es nicht gleichgültig, wie man die Drahtspitze der Kugel gegenüber stellt; eine scharfe feine Nähnadel kann in der Richtung des verlängerten Radius der Kugel bis auf eine $\frac{1}{8}$ Linie

genähert werden, ohne daß Fünkchen überschlagen; sie sind am *stärksten*, wenn die Nadel der einen Kugel rechtwinklich auf den Radius der andern Kugel und etwa 2 Linien von ihr entfernt steht.

3. Bedingungen, unter welchen Spannungselektricität in den Stanniolcylindern hervorgerufen, verstärkt oder geschwächt wird; Entstehungsursache derselben.

Wenn ein Galvanometer von 200 gut isolirten Drahtwindungen zwischen die Drahtenden *a* und *b* der Inductionsspirale eingeschaltet war, so wurde die Nadel mehrmals im Kreise herumgeschleudert, östlich oder westlich, je nachdem man mit der Hand die Magnetisirungsspirale schloß oder öffnete. War unter denselben Bedingungen dasselbe Galvanometer zwischen den Kugeln *A* und *B* eingeschaltet, so blieb die Nadel unverrückt stehen; auch dann wurde sie nicht im Geringsten afficirt, wenn ein kürzer oder längerer nasser Faden mit eingeschaltet war. Verband man aber die beiden Drahtenden des Galvanometers mit je einem Rande des Schlitzes des äußern Stanniolcylinders, so wurde die Nadel um 1 oder 2 Grade abgelenkt, und zwar in demselben Sinne, wie wenn das Galvanometer zwischen *a* und *b* eingeschaltet war. Der, eine einzelne, sehr breite Windung darstellende Cylinder zeigte also, durch den Galvanometerdraht geschlossen, einen höchst unbedeutenden Inductionsstrom, der nur durch die kurze dicke Magnetisirungsspirale inducirt seyn konnte, weil die lange Spirale, *ungeschlossen* wie sie war, einen Nebenstrom zu erregen nicht vermag. Die sehr *starke Spannungselektricität*, die der Cylinder zeigt, kann also in keinerlei ursächlicher Abhängigkeit von dem in ihm bestehenden schwachen Strome stehen; dieselbe kann vielmehr nur durch Einwirkung der langen offenen Spirale veranlaßt seyn. Wurde der Leitungswiderstand der magnetisirenden Spirale vermehrt, dadurch, daß die beiden sie bildenden Spiraldrähte, anstatt neben einander, hinter einander mit dem einzelnen Kupfer-Zink-Element verbunden waren, oder

wurde der Leitungswiderstand in dem Elektromotor vermehrt, dadurch, das an Stelle des einen Elements zwei oder drei säulenartig mit der Magnetisirungsspirale verbunden waren, so wurde die Spannungselektricität der Stanniolcylinder *vermindert*.

Waren die beiden Magnetisirungsspiralen neben einander mit einem einfachen, aber sechsmal so großen Kupfer-Zinkelement verbunden, so wurden die Funken zwischen *A* und *B* nur etwas größer, als mit dem sechsmal kleineren Element. Wurden sechs der kleinern Elemente säulenartig mit dieser Magnetisirungsspirale verbunden, so waren die Funken bedeutend schwächer und kleiner, als wenn ein einzelnes dieser Elemente damit verbunden war. Wurde der Leitungswiderstand in dem einfachen Element verringert, dadurch, das die Ladungsflüssigkeit recht stark angesäuert wurde, so wurde die Spannungselektricität der Stanniolcylinder erheblich verstärkt. Im Allgemeinen zeigte es sich also, das mit Vergrößerung der Elektricitätsmenge, die in der Magnetisirungsspirale sich bewegte, die Funken zwischen den Kugeln *A* und *B* etwas zunehmen, das dagegen mit Vermehrung der Dichtigkeit und Bewegungsgeschwindigkeit der Elektricität in der Spirale, die Stärke dieser Funken bedeutend *abnimmt*. Die Länge dieser Funken, ihre Schlagweite, blieb sich bei den angeführten Veränderungen immer ziemlich gleich; sie wird also von andern Umständen bedingt, und wie mir scheint, hängt sie vorzüglich von der *Länge* der offenen Inductionsspirale ab.

Von überraschendem Einfluß auf die spannungselektrischen Erscheinungen der Stanniolcylinder ist der *Platinstift*, durch den die Stromschliessung und Unterbrechung geschieht. Dieser Stift $\frac{1}{4}$ " lang, $\frac{1}{8}$ " dick, war durch längern Gebrauch des Apparats bis zu Ende abgebrannt, und da mir ein ähnlicher Platinstift fehlte, so ersetzte ich ihn, so wie auch die Platinplatte durch ein Drahtstück, und eine Platte von *chemisch reinem Silber*. Der Apparat arbeitete mit diesem *Silberstift* anhaltend regelmäfsig; es zeigte sich an ihm und an der Silberplatte, die er berührte, nicht eine Spur

Spur von Schmutz; er verbrannte sehr wenig; die Fünkchen, welche entstanden, wenn er von der Silberplatte abgerissen wird, waren klein, grüngolden und von kurzer Dauer, so dafs, wenn man das Auge durch Schütteln des Kopfes auch noch so rasch bewegte, man ihre Intermittenz nur undeutlich erkennen konnte. Dagegen hatte sich der *Platinstift* sehr bald abgenutzt; in weitem Umkreise der Berührungsstelle war die Platinplatte stets mit einem schwarzen Rufs bedeckt; Platintheilchen, welche sich durch die Funken von dem Stift ablösen, setzen sich auf die Platinplatte in dicken Klümpchen fest, so dafs sie nicht anders als mit der Feile weggenommen werden konnten, wenn die Platinplatte wieder eben seyn sollte. Die Funken waren grofs und breit, völlig flammenartig, so dafs sie die Platinspitze in einem Umfange von 2^{mm} umhüllten und oft nach der einen oder andern Seite noch weiter hervorplatzten. Sie erschienen dem Auge lange andauernd; schon bei mäfsig rascher Bewegung des Auges, dadurch, dafs man den Kopf hin und her dreht, kann man sich von ihrer Intermittenz sehr leicht überzeugen. Es erscheinen dann nämlich sehr deutlich 5 bis 6 Fünkchen gleichzeitig, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll in einer geraden Linie aus einander stehend.

Noch ein bemerkenswerther Umstand zeigte sich bei Anwendung des Platinstifts, der nämlich, dafs die über dem Eisendrahtbündel schwebende Eisenplatte in ihrer auf- und abgehenden Bewegung einen viel gröfseren Bogen durchlief, als bei Anwendung des Silberstifts. Bei Anwendung des letztern verlief die Silberplatte den Silberstift nur auf eine äufserst kleine Entfernung, um sogleich wieder an denselben zurückzukehren; war dagegen der Platinstift aufgesteckt, so entfernte sich die Platinplatte so weit von ihm, dafs die Eisenscheibe leicht auf das Eisendrahtbündel aufschlug, was beim Silberstift nie der Fall war. Bei diesen Vergleichen blieb sich alles andere natürlich gleich, namentlich der Federdruck, wodurch die Eisenscheibe von dem Drahtbündel abgetrieben wird, wenn dieses aufhört magnetisch zu seyn.

Hiernach schien also der Silberstift große Vorzüge vor dem Platinstift zu haben. Zu meiner großen Ueberraschung zeigte sich aber bei Anwendung des *Silberstifts kaum eine Spur von Spannungselektricität* an den Stanniolcylindern. Ich konnte die Drahtspitze der Kugel *B*, der Kugel *A* bis zur Berührung nahe bringen, es zeigte sich nur dann und wann ein kaum sichtbares Flünkchen; ich berührte beide Kugeln mit den Fingern, oder mit einem Finger und der Zungenspitze und empfand nur eine unbedeutende elektrische Einwirkung, die mit den unausstehlich heftigen Erschütterungen, die bei Anwendung des *Platinstifts* stattfanden, gar nicht zu vergleichen waren. Dieser interessante Umstand scheint den deutlichsten Beweis zu liefern, daß die Stärke der Spannungselektricität der Stanniolcylinder hauptsächlich bedingt wird durch die *Größe der Dauer der Elektricitätsbewegung* in den Drahtspiralen. Was kann nämlich wohl die Ursache des großen Unterschiedes in der Wirkung des Platin- und des Silberstifts seyn? Der verschiedene Leitungswiderstand eines $\frac{1}{4}$ Zoll langen, dicken Drahts von Platin oder Silber kann die Ursache davon nicht wohl enthalten. Um den möglichen Zweifel hierüber zu beseitigen, löthete ich ein papierdünnes Plättchen Platin auf die Spitze des Silberstifts und es zeigten sich nun die spannungselektrischen Erscheinungen sogleich wieder ganz in derselben Weise, wie bei Anwendung des Platinstifts. Es war also klar, daß nur in der *Berührung des einen oder des anderen Metalles der Grund der unterschiedlichen Wirkung liegen konnte*: also in dem *verschiedenen Uebergangswiderstande an der Berührungsstelle des Platins oder des Silbers* — und dann in der *Wirkung des Funkens selbst*, der beim Platinstift so auffallend *verschieden* von dem beim Silberstift sich zeigte. Dieß voraussetzlich angenommen, erklärt sich die unterschiedliche Wirkung des Platin- und Silberstifts dann folgendermaßen. Trotz der großen Schnelligkeit des Schließens und Oeffnens der Magnetisirungsspirale durch die Hammervorrichtung ist im Moment, wo der *Silberstift* die Silberplatte

berührt, wegen des geringen Uebergangswiderstandes dieses vorzüglich gut leitenden Metalls eine *vollkommen gute Leitung* für den Strom *augenblicklich* herstellt; und ebenso ist, wenn dieser Stift die Platte verläßt, *augenblicklich* diese Leitung vollständig unterbrochen, so daß daher sowohl der Schließungsstrom, als auch der Oeffnungsstrom in der Magnetisirungsspirale völlig instantan auftritt. Der erste ist vollständig verlaufen, wenn der zweite beginnt, und dieser ist gleichfalls völlig beendigt, wenn der erstere wieder eintritt. Gleich diesen Strömen sind denn auch die, durch sie verursachten, Bewegungen der beiden Elektricitäten in der langen inducirten Spirale: auch sie sind also instantan. Bei Anwendung des *Platinstifts* ist dieser Vorgang wesentlich verändert. Der Uebergangswiderstand oder die Verzögerungskraft an der Berührungsstelle des Platinstifts und der Platinplatte ist sehr groß, der Schließungsstrom in der magnetisirenden Spirale daher verlangsamt. Diese längere Stromdauer erregt in dem Eisendrahtbündel einen *stärkeren* Magnetismus, als der instantane Strom bei Anwendung des Silberstifts erregen konnte, weil bei der *Trägheit* des Eisens, *Magnetismus anzunehmen*, die Zeit fehlte zur völligen *Entwickelung* eines magnetischen Maximums. Dieser *Verzögerung* des Stroms in der Magnetisirungsspirale entspricht nun auch die Elektricitätsbewegung in der langen inducirten Spirale; auch diese ist *verlangsamt*. Diese Spirale ist aber nicht geschlossen; durch den Inductionsvorgang sammelt sich also *während einer längeren Zeit* entgegengesetzte freie Spannungselektricität an ihren Enden *a* und *b*. Daß diese Elektricitätsbewegung eine verlangsamte ist, geht auch daraus hervor, daß, wenn im Moment, wo sie vor sich geht, die Drahtenden *a* und *b* angefaßt werden, man keinen oder nur einen unbedeutenden Schlag empfindet; die Bewegung ist zu langsam, als daß sie einen Schlag verursachte, der dagegen bei Anwendung des Silberstifts *deutlicher* gefühlt wurde. Diese entgegengesetzten Elektricitäten *bestehen nur so lange bei a und b, als sie sich eben nach a und b*

hinbewegen, das heisst, so lange als ihre Ursache, die Inductionswirkung des sich *ausbildenden* Elektromagnetismus, dauert. Hat diese Ursache aufgehört, ist der Elektromagnetismus des Eisendrahtbündels *vollständig entwickelt*, so verlaufen sie sich *passiv* in dem Drahte, sie gleichen sich rückläufig in der langen offenen Spirale wieder zu 0 aus.

Wenn nun aber, *ehe* das passive Zurücksinken dieser Elektricitäten *geschehen ist*, die Magnetisirungsspirale durch den Platinstift *geöffnet* wird und ihr Oeffnungsstrom eine der vorigen *entgegengesetzte* Elektricitätsbewegung in der langen, offenen Inductionsspirale hervorruft, so wird also, weil eben die lange Inductionsspirale noch nicht in den natürlichen elektrischen Zustand wieder zurückgekehrt ist, sondern die entgegengesetzten Elektricitäten noch in ihrer Bewegung nach *a* und *b* hin begriffen sind oder sich hier gerade am stärksten verdichtet haben, eine sehr viel grössere Menge entgegengesetzter Elektricitäten mit grosser Energie nach den entgegengesetzten Enden der langen Inductionsspirale hingetrieben. Das passive Zurücklaufen der bei *a* und *b* verdichteten Elektricitäten trifft daher *gleichzeitig mit der Inductionswirkung des Oeffnungsstroms der Magnetisirungsspirale zusammen*; beide Vorgänge, der passive und der active, treiben diese Elektricitäten nach den, den frühern entgegengesetzten Richtungen *gleichzeitig* hin, wogegen bei Anwendung des *Silberstifts* beide Vorgänge nicht *gleichzeitig*, sondern *einer nach dem anderen* erfolgte und also eine viel kleinere Menge Elektricität in Bewegung war. Dafs dem so ist, geht daraus hervor, dafs, wenn man die Enden der langen Spirale mit je einer Hand anfaßt, während die *schon längere Zeit hindurch geschlossen gewesene* Magnetisirungsspirale, geöffnet wird, man einen weit schwächeren Schlag bekommt, als wenn das Oeffnen *augenblicklich auf das Schliessen erfolgt*: im ersten Falle sind nämlich die an den Enden der langen Spirale angehäuften entgegengesetzten Elektricitäten schon wieder im Drahte selbst ausgeglichen, der Draht ist wieder in den natürlichen elektrischen Zustand zurückgekehrt;

im andern Fall ist dieß noch nicht geschehen, die Elektricitäten sind an den Drahtenden noch angehäuft, wenn die durch den Oeffnungsstrom der Magnetisirungsspirale veranlaßte rückläufige Bewegung dieser Elektricitäten hervorgerufen wird, weshalb sich jetzt eine viel *größere* Menge Elektricitäten nach entgegengesetzten Drahtenden hinbewegt.

Der Oeffnungsstrom, der in der Magnetisirungsspirale entsteht, wenn die Platinspitze von der Platinplatte abgerissen wird, tritt gleichfalls nicht absolut momentan auf; weil durch den *Einfluß des hier entstehenden Funkens* die Leitung nicht *plötzlich* mit einem Mal vollkommen *unterbrochen wird*. Indem nämlich von der Platinspitze durch den Funken eine *große Menge Theilchen abgerissen werden*, wird der *metallschwangere, breit ausgedehnte und langandauernde Funken selbst, so lange er besteht*, ein mehr oder weniger vollkommener *Leiter* zwischen den getrennten Enden (Platinspitze und Platinplatte) der Magnetisirungsspirale, so daß, wie diese Trennung also nach und nach erfolgt, auch der Oeffnungsstrom während einer *längeren Zeitdauer* verläuft. Die Folge hiervon ist, daß nun auch die durch diesen verlangsamen Oeffnungsstrom der Magnetisirungsspirale hervorgerufene Elektricitätsbewegung in der langen, offenen Inductionsspirale verlangsamt auftritt, daß sich die angehäuften entgegengesetzten Elektricitäten der Drahtenden *a* und *b* nach den entgegengesetzten Enden des Drahts *hin während einer längern Zeitdauer bewegen*, und in den innersten und äußersten Windungen der offenen Inductionsspirale für einen Augenblick sich verdichten. Die Schließung und Unterbrechung durch den Platinstift übt also, im Gegensatz zu der durch den Silberstift, einen dreifachen Einfluß aus: einmal veranlaßt sie eine *stärkere Magnetisirung* des Eisenskerns, dann, daß während des Oeffnungsstroms der Magnetisirungsspirale eine *weit größere Menge* entgegengesetzter Elektricitäten von den Enden der langen offenen Inductionsspirale *zurückläuft und getrieben wird*, — und drittens, daß die

Bewegung dieser Elektricitätsmengen während einer *längern Zeitdauer* geschieht. Diese *Verzögerung* ist indessen jedenfalls nur eine *äußerst geringe* und dürfte noch *kleiner* seyn als die in dem Schließungsbogen der Leidener Flasche. Wenn man nämlich bedenkt, daß die entgegengesetzten Elektricitäten auf oder vielmehr in den Glasflächen der Leidener Flasche mit einer nicht unbedeutenden Tenacität haften, daß auch das Anlegen des Schließungsbogens an die Belegungen, selbst wenn dies durch Auffallenlassen einer Kugel geschieht, immer doch einen kleinen Zeitaufwand erfordert, und daß endlich trotz der großen Schnelligkeit, womit das Schließen der Flasche überhaupt geschehen kann, dennoch stets ein *Funken* entsteht, der wegen des zu überwindenden Leitungswiderstandes der Luft eine Verzögerung der Entladung verursachen muß, so ist es mehr als wahrscheinlich, daß die Elektricitätsbewegung in der offenen Inductionsspirale noch weit schneller vor sich geht, als in dem Schließungsbogen der Leidener Flasche; denn in jener findet von den drei eben angegebenen Verzögerungsursachen nur die *eine* statt, die nämlich, des länger dauernden *Oeffnungsfunkens* der Magnetisirungsspirale. Bei der großen aus 3520 Paaren bestehenden Gassiot'schen Batterie kam, wenn ihre Pole so dicht an einander lagen, daß in jeder Sekunde ein Funken überschlug, die Nadel eines mit ihr zusammengestellten Galvanometers ins Schwanken. (Vergl. Ann. Bd. 65, S. 478). Der Strom, den diese *offene* Säule in den Drahtwindungen des Galvanometers verursachte, war also noch verzögerter als der im Schließungsbogen der Leidener Flasche, weil er ohne Einschaltung eines nassen Fadens die Magnetnadel afficirte. Es ist mir in keiner Weise gelungen, durch den Entladungsstrom der *offenen* Inductionsspirale die Magnetnadel des eben erwähnten Galvanometers von 200 gut isolirten Drahtwindungen abzulenken, — was durch den mittelst eines nassen Fadens verzögerten Entladungsstrom der Leidener Flasche bei demselben Galvanometer leicht gelang. Ich spreche daher die Vermuthung aus, daß in der

Reihenfolge der von Hrn. Prof. Dove nach der Zeitdauer classificirten elektrischen Ströme der Entladungsstrom der *offenen* Inductionsspirale noch *vor* dem Strome der sich entladenden Leidener Flasche rangiren dürfte.

Die Versuche, den Strom der *offenen* Inductionsspirale auf die Galvanometernadel wirken zu lassen, stellte ich so an, daß ich das eine Ende des Galvanometerdrahts mit der Schraubenklemme des Endes *a* der Inductionsrolle verband, dann in der Schraubenklemme des entgegengesetzten Endes *b* derselben das Kopfende einer langen Stecknadel festschraubte. Die Spitze dieser Nadel ragte bis in die Mitte eines an beiden Enden mit Korkpfropfen verschlossenen Glasröhrchens hinein, und stand hier der Spitze einer zweiten Stecknadel gegenüber, welche durch den gegenüberstehenden Kork in das Röhrchen gesteckt, und deren Kopf mit dem anderen Ende des Galvanometerdrahts verbunden war. Der Galvanometerdraht und die Inductionsspirale waren also zu einer ununterbrochenen Kreisschließung verbunden, wenn die beiden Nadelspitzen in dem Glasröhrchen sich berührten; sie waren aber durch einen kleineren oder größeren Zwischenraum unterbrochen, wenn die Nadelspitzen mehr oder weniger aus einander standen. Standen die Nadelspitzen etwa 1" aus einander, so schlugen seltene, feine Fünkchen zwischen ihnen über; die Galvanometernadel wurde aber *nicht* abgelenkt, *auch dann nicht*, wenn die Nadelspitzen nur etwa $\frac{1}{10}$ Linie aus einander standen, ununterbrochen Fünkchen überschlügen und noch ein nasser Faden zwischen dem einen Galvanometerdrahtende und dem aus dem Glasröhrchen vorstehenden Nadelknopf eingeschaltet war. Faßte man, nach Entfernung des Galvanometers, das eine Ende der Inductionsspirale mit der einen und die aus dem Glasröhrchen vorstehende Nadel mit der anderen Hand, so bekam man bei jedem Ueberspringen eines Fünkchens zwischen den Nadelspitzen unerträglich heftige *Erschütterungsschläge*. Berührte der aus dem Glasröhrchen vorstehende Nadelknopf ein Stückchen mit Jodkaliumkleister bestrichenen

Papier, auf welchem zugleich ein in der Drahtklemme des entgegengesetzten Endes der Inductionsspirale befestigter Kupferdraht lag, so entstand mit jedem zwischen den Nadelspitzen überschlagenden Fünkchen ein *dunkler Jodfleck*. Darnach zu urtheilen, wäre es nun möglich, dafs das angewandte Galvanometer nicht passend für den vorliegenden Zweck eingerichtet gewesen wäre, und dafs der Entladungsstrom der *offenen* Inductionsspirale bei Anwendung eines zweckmäfsiger eingerichteten Galvanometers die Magnetaedel dennoch abgelenkt haben würde.

Der elektrische Vorgang bei diesen Versuchen, den ich nicht angestanden habe, *Entladungsstrom* der *offenen* Inductionsspirale zu nennen, ist offenbar dieser: Schliessungsstrom der Magnetisirungsspirale und *werdender* Magnetismus des Eisenkerns veranlassen eine längere Zeit andauernde Bewegung entgegengesetzter Elektricitäten nach den Enden der langen offenen Inductionsspirale, so dafs sich z. B. nach ihrem Ende *a* positive, nach ihrem Ende *b* negative Elektricität hinbewegt und erstere in den innersten Drahtwindungen, letztere in den äufsersten Drahtwindungen sich für einen Augenblick ansammelt. Diese Bewegung dauert so lange, wie der Elektromagnetismus in seiner *Entwicklung begriffen ist*; ist diefs geschehen, hat der Eisenkern sein magnetisches Maximum erlangt, so gleichen sich die nach *a* und *b* hinströmenden Elektricitäten rückläufig im Drahte wieder aus: *ehe diefs indessen geschehen ist*, tritt der *Oeffnungsstrom* in der Magnetisirungsspirale ein; dieser und der zugleich verschwindende Magnetismus des Eisenkerns verursachen eine *weit heftigere entgegengesetzte Bewegung der Elektricitäten* in der langen offenen Inductionsspirale, so dafs jetzt die bei *a* und in den innersten Drahtwindungen angesammelte *positive* Elektricität mit grosser Heftigkeit nach *b*, und die bei *b* und in den äufsersten Drahtwindungen angesammelte *negative* Elektricität ebenso heftig nach *a* hinstürzt. Sind diese Enden *a* und *b* der Inductionsspirale nun aber durch die mit ihnen verbundenen Nadelspitzen in dem Glasröhrchen einander so nahe

gebracht, daß der Leitungswiderstand der Luft zwischen diesen Spitzen nicht größer ist als die Dichtigkeit der nach eben diesen Nadelspitzen für einen Augenblick hin- stürzenden entgegengesetzten Elektricitäten, so werden sich diese nicht rückläufig im Drahte wieder neutralisiren, sondern sie werden den *Trennungsraum zwischen den Nadelspitzen durchbrechen müssen und sich in einem Funken entladen*. Es versteht sich von selbst, daß hier die dichten Elektricitäten der Enden *a* und *b* die Luftschicht zwischen ihnen nicht darum durchbrechen, weil der Leitungswiderstand einer sehr langen Inductionsspirale größer ist als der dieser Luftschicht, oder als der Leitungswiderstand des menschlichen Körpers, wenn dieser eingeschaltet ist, wie Masson und Breguet wollten, sondern darum, weil die, in der langen Inductionsspirale selbst, thätige elektromotorische Kraft plötzlich diese Elektricitäten nach den beiden Enden der Spirale hintreibt und für einen Augenblick in dem Maafse verdichtet, daß sie eben den Leitungswiderstand der Luftschicht oder des eingeschalteten menschlichen Körpers durchbrechen müssen.

Zu behaupten, daß, während des angegebenen Vorgangs in der Inductionsspirale, die entgegengesetzten Elektricitäten von den Enden der Spirale rückläufig im Drahte selbst sich ausgleichen müßten, weil ein noch so langer Kupferdraht doch immer ein besserer Leiter sey als eine noch so dünne Luftschicht, wäre völlig widersinnig; denn eine active Bewegung nach vorwärts kann unmöglich *gleichzeitig* eine passive Bewegung nach rückwärts seyn. •

Der elektrische Vorgang bei dem Entladungsstrom der offenen Inductionsspirale steht übrigens auch gar nicht so vereinzelt da. »Priestley bog einen dünnen messingenen Draht von 1 Yard Länge in die Form des großen Omega (Ω) und legte die Enden desselben an die Belegung einer geladenen Flasche. Als die Oeffnung des Omega $\frac{1}{3}$ Zoll betrug, ging durch dieselbe bei der Entladung ein starker Funken über.« Hier wurde also eine *Luftschicht* zwischen den Enden eines und desselben, und

gar nicht einmal langen, Drahts durchschlagen, obgleich den, sich dadurch entladenden, Elektricitäten die gute, verhältnißmäßsig kurze *metallene* Leitung dargeboten war. Hr. Prof. Riefs hat gezeigt, daß durch den Funken der hier stattfindenden *Seitenentladung* eine *Leitung* in der Oeffnung des Omega hergestellt wird, durch welche *jetzt erst auch* ein *großer* Theil des Entladungsstroms ebenfalls *hier* und *nicht* durch den 1 Yard langen *Schließungsbogen* übergeht. (Vergl. Pogg. Ann. Bd. 76, S. 485). Ob der ganze Entladungsstrom der *offenen* Inductionsspirale durch die Nadelspitzen gehe, oder ob mit dem Schwinden der Inductionswirkung der Magnetisirungsspirale auch ein Theil desselben durch die Inductionsspirale selbst *rückläufig* sich ausgleiche, — das habe ich noch nicht erfahren können. — In den eben besprochenen Versuchen standen sich zwei Spitzen gegenüber, zwischen denen durch gegenseitige *Mittheilung* Austausch der entgegengesetzten Elektricitäten stattfand; ich änderte den Versuch dahin ab, daß zwei große *Metallflächen*, die durch dickes Glas von einander getrennt waren, sich gegenüber standen, zwischen denen voraussichtlich also nicht *Mittheilung* sondern nur *Influenzwirkung* statthaben konnte. Eine große Leidener Flasche wurde isolirt aufgestellt und die äußere Belegung derselben mit dem Inductionsspiralende *a*, welches beim Oeffnungsstrom der Magnetisirungsspirale immer + elektrisch war, verbunden; das Ende *b* dieser Spirale war zur Erde abgeleitet. Stellte man sich jetzt auf einen isolirenden Harzkuchen und näherte einen Finger der *Kugel der innern Belegung* der Leidener Flasche, so sprangen stechende *Funken* auf den Finger. Faßte man mit der andern Hand zugleich das Ende *b* der Inductionsspirale, so erhielt man mit jedem von der Kugel auf den Finger springenden Fünkchen einen starken *Erschütterungsschlag*. Jod wurde durch diese Funken *ausgeschieden*, ein eingeschaltetes Galvanometer aber *nicht* afficirt. Berührte man dagegen die *äußere* Belegung der Flasche und zugleich die *Kugel der innern Be-*

legung, so empfand man gar nichts, auch sprang jetzt kein Fünkchen von der Kugel auf den Finger.

Dieselben Erscheinungen traten ein, wenn zwei Leidener Flaschen isolirt aufgestellt, und ihre äusseren Belegungen mit je einem der Enden *a* und *b* der Inductionsspirale verbunden waren, und keines derselben zur Erde ableitete. Jede der beiden Kugeln für sich gab stechende Fünkchen. Näherte man den beiden Kugeln der inneren Belegungen gleichzeitig die Finger, so sprangen Fünkchen auf dieselben und man bekam Erschütterungsschläge, einen einzelnen Schlag, wenn ein Fünkchen überschlug, ununterbrochene Erschütterungen, wenn man die beiden Kugeln anhaltend berührte. Berührte man die äussere Belegung und zugleich die Kugel der inneren Belegung einer und derselben von beiden Flaschen, so fühlte man gar keine elektrische Einwirkung; auch sprang jetzt kein Fünkchen auf die Finger.

Aus diesen Versuchen ging, gegen meine anfängliche Erwartung, also hervor, dafs bei jeder Flasche die Kugel der innern Belegung dieselbe Elektricität hatte, wie die äussere Belegung. Das Spiralende *a* und die mit ihm verbundene äussere Belegung der einen Flasche war positiv, und die Kugel dieser Flasche war gleichfalls positiv; das Spiralende *b* und die mit ihm verbundene äussere Belegung der zweiten Flasche war negativ und die Kugel dieser zweiten Flasche war gleichfalls negativ; denn man bekam einen Schlag, wenn man die beiden Kugeln berührte, weil sich dann entgegengesetzte Elektricitäten abglich, man fühlte aber gar nichts, wenn man die Kugel und die äussere Belegung einer und derselben Flasche berührte, weil beide eine und dieselbe Elektricität hatten. Es war sehr leicht, durch ein Goldblattelektroskop ohne Condensator dieses Verhalten zuverlässig nachzuweisen und durch häufig wiederholte Versuche unumstößlich festzustellen. — Hier war nun, was bei den beiden Stanniolcylindern und den durch Seide, Schellack und Wachstaffet von ihnen

getrennten innersten und äußersten Windungen der Inductionsrolle vielleicht doch möglich seyn konnte, an eine Elektricitäts-*Mittheilung* von der äußeren Belegung an die innere Belegung der Flasche durch die Glasdicke hindurch *gar nicht* zu denken: durch die Glasdicke hindurch konnte die äußere Belegung möglicher Weise nur durch *Influenz* auf der inneren Belegung Elektricität erregen, und da auch hier *dennoch die Kugel der innern Belegung dieselbe* Elektricität zeigte wie die *äußere* Belegung, ganz so, wie die Stanniolcylinder der Inductionsrolle auch *dieselben* Elektricitäten hatten, wie die ihnen *zunächst liegenden Windungen* der Spirale, so konnte jetzt darüber kein Zweifel mehr bestehen, dafs zwischen diesen Windungen und den ihnen zunächst liegenden, durch Seide, Wachstaffet und Schellack getrennten Stanniolcylindern, ebenfalls nicht *Elektricitäts-Mittheilung* sondern nur *Influenzwirkung* stattfand. Das Paradoxe dieser Erscheinung, dafs nämlich der influencirende und der influencirte Leiter eine und dieselbe Elektricität zeigt, ist eben nur scheinbar und erklärt sich bei näherer Betrachtung vollkommen. Wenn nämlich das Ende *a* der Inductionsspirale und die mit ihm verbundene äußere Belegung der Leidener Flasche für einen *Augenblick* stark positiv elektrisch wurde, so veranlafste diese in der gegenüberstehenden innern Belegung der Flasche durch Influenz ein Auseinandergehen ihrer natürlichen Elektricität; die in der äußeren Belegung angehäuften positive Elektricität zog von der natürlichen Elektricität der innern Belegung die negative an sich und *band* sie während der augenblicklichen Dauer ihres eigenen Bestehens; den positiven Theil der natürlichen Elektricität der inneren Belegung stiefs sie ab, nach dem ihr am entferntesten Theil der Leitung, also nach der Kugel hin, und hier war diese positive Elektricität also so lange *frei*, wie die negative in der innern Belegung *gebunden* war; jene mußte also, wenn ein Leiter der Kugel nahe stand, als Fünkchen überspringen.

Nach allen diesen Erörterungen ist nun endlich auch die *Entstehungsursache* der starken Elektricitäten der bei-

den Stanniolcylinder, die an der inneren und äußeren Seite der Inductionsrolle isolirt anliegen, einleuchtend. Im Moment des nach augenblicklich vorangegangener Schließung stattfindenden Oeffnungsstroms der Magnetisirungsspirale, und während des gleichzeitigen Verschwindens des Magnetismus des Eisencylinders, sammelt sich an dem Ende *a* und an den innersten Drahtwindungen der *offenen* Inductionsspirale *positive* Elektricität; durch Influenzwirkung zieht diese positive Elektricität von der natürlichen Elektricität des ihr anliegenden Stanniolcylinders die *negative* Elektricität an sich, *bindet* sie für die Dauer ihres eigenen momentanen Bestehens, und *stößt* zugleich den *positiven* Antheil der natürlichen Elektricität dieses Cylinders *ab*, die nun für eben dieselbe Dauer *frei* ist und da abfließt, wo ihr Gelegenheit dazu geboten wird, also an der Kugel *A*, wenn dieser ein Leiter nahe steht. In derselben Zeit geschieht dieselbe Influenzwirkung zwischen den äußersten Drahtwindungen des Endes *b* der offenen Inductionsspirale und dem äußeren Stanniolcylinder, nur mit *Umkehrung aller Zeichen*, so daß also von der Kugel *B* negative freie Elektricität auf einen genäherten Leiter abfließt. Steht also der Drahtarm der Kugel *B* der Kugel *A* so nahe, daß die Dichtigkeiten der bei *A* und *B* angesammelten freien entgegengesetzten Elektricitäten diesen Zwischenraum durchbrechen können, so entladen sie sich durch einen überschlagenden Funken. Die Influenzwirkung zwischen den Drahtwindungen und den ihnen nahe stehenden Stanniolcylindern bedarf einer gewissen kleinen Zeit zu ihrer Entwicklung, die ihr durch die Schließung und Oeffnung der Magnetisirungsspirale mittelst des *Platinstifts* auch zu Theil wird, nicht aber bei Anwendung des *Silberstifts*. Es sind früher schon ganz ähnliche Zusammenstellungen von Inductionsspiralen und nahe stehenden Metallplatten gemacht worden; namentlich in den Henry'schen und Riefs'schen Untersuchungen über den Nebenstrom (Vergl. Pogg. Ann. Bd. 50, S. 12; — Ergänzungsbd. 1842, S. 283 — Bd. 83, S. 320). Jedenfalls würden diese *Platten*, wenn

sie darauf untersucht worden wären, *Spannungselektricität* gezeigt haben.

Die Erscheinungen, welche Stanniolcylinder, die um die Inductionsrollen eines magneto-elektrischen Rotations-Apparats gelegt sind, zeigen, sind wesentlich von den mitgetheilten nicht verschieden; ich erhielt hier aber erheblich *längere*, frei durch die Luft fahrende Funken. Das Nähere hierüber behalte ich mir für eine spätere Mittheilung vor.

II. *Beobachtungen der Luft-Elektricität an der Münchener Sternwarte von 1^{ten} Mai 1850 bis Ende October 1851; von Dr. Lamont.*

An der Münchener Sternwarte wurde im Frühjahr 1850 eine stündliche Beobachtung der Luft-Elektricität (jedoch bloß bei Tage) angefangen, die jetzt noch ohne Unterbrechung fortgesetzt wird. Ich halte es für zweckmäÙig eine kurze Notiz über die Resultate dieser Beobachtungen bekannt zu machen, um so mehr als ähnliche Arbeiten selten bisher unternommen worden sind, und von den unternommenen Arbeiten nur wenige mit Instrumenten ausgeführt wurden, die eine eigentliche *Maafbestimmung* hätten liefern können.

Das Elektrometer, welches ich anwende, habe ich mir selbst construiert¹⁾, und bin dabei von den Grundsätzen ausgegangen, die Peltier in Anwendung gebracht hat.

Eine Idee davon giebt der Durchschnitt Fig. 1 Taf. IV. Das Rohr *RR* mit dem viereckigen Bügel *abcd* von dünnem

1) Mein Elektrometer findet man beschrieben in einer kürzlich erschienenen Denkschrift: »*Beschreibung der an der Münchener Sternwarte zu den Beobachtungen verwendeten neuen Instrumente und Apparate.*« (Abhandlungen der math. phys. Classe der k. Baier. Acad. d. Wissenschaften Bd. VI. Abth. II.)

Kupferdraht, ist isolirt durch die Gutta-Percha-Masse MM . An dem Coconfaden ef hängt eine Nadel von Kupferdraht hk und ein ganz kleiner Magnet mm , beide an demselben Träger fg festgemacht.

Das Elektrometer wird so aufgestellt, daß der Bügel $abcd$ in die Ebene des magnetischen Meridians kommt; unter solcher Bedingung wird die Kupfernadel hk durch den kleinen Magnet mm in der Ebene des Bügels gehalten, so lange keine elektrische Spannung vorhanden ist. Kommt aber Elektrizität in das Rohr RR , so theilt sie sich dem Bügel und der Nadel mit und es erfolgt zwischen diesen beiden eine Abstossung. Die Nadel weicht seitwärts aus, und macht einen Winkel mit der Ebene des Bügels, der als Maafs der elektrischen Spannung dient.

Unter dem Bügel befindet sich eine Glas-Tafel AB , worauf eine Kreistheilung verzeichnet ist. Das Elektrometer wird behufs der Ablesung auf ein feststehendes Kästchen gestellt, in welchem ein Spiegel CD unter einem Winkel von 45° gegen den Horizont, und seitwärts eine Linse E angebracht ist von solcher Focaldistanz, daß man damit im Spiegel CD ein deutliches Bild der Kreistheilung erhält, und auf dieser Kreistheilung den darüber befindlichen Bügeltheil cd und die Nadel hk projicirt sieht.

Auf solche Weise wird es möglich eine genaue Ablesung zu erhalten, ohne die Uebelstände, die sonst bei der Drehwaage vorkommen.

Wir wollen nun den Winkel, den die Nadel mit dem Bügel macht, mit φ bezeichnen, und daraus die elektrische Spannung abzuleiten suchen. Die Entfernung eines beliebigen Punktes der Nadel von der Mitte g wollen wir x , und die darin enthaltene Elektrizitäts-Menge ηdx nennen; für einen Punkt des Bügels müssen wir zwei Coordinaten haben, z in verticaler und y in horizontaler Richtung, wobei wir g wiederum als Anfangspunkt nehmen.

Der mit y, z bezeichnete Punkt des Bügels enthalte die Elektrizitäts-Menge ηdm , so werden die beiden Elektrizitäts-Mengen ηdx und ηdm ein Drehungsmoment

$$\frac{\eta^2 xy \sin \varphi dx dm}{\zeta^3}$$

auf die Nadel ausüben, wobei

$$\zeta^2 = x^2 + y^2 + z^2 - 2xy \cos \varphi$$

angenommen ist.

Bezeichnet man das magnetische Moment der kleinen Nadel mm durch μ und die horizontale Intensität des Erdmagnetismus durch X , so ergibt sich folgende Gleichung des Elektrometers

$$\mu X = \iint \frac{\eta^2 xy dx dm}{\zeta^3}.$$

Vor allem wäre nun η und ηdm durch die Coordinaten xyz auszudrücken. Zu diesem Behufe müssen wir wissen, nach welchem Gesetze die Elektrizität im Bügel und in der Nadel vertheilt ist. Da die Elektrizitätslehre uns hier keinen genügenden Anhaltspunkt gewährt, so bleibt nichts übrig, als einzelne Hypothesen zu versuchen. Ist die Abstofsung des Bügels und der Nadel nach einer bestimmten Hypothese berechnet, so kann man durch gewisse Ablenkungs-Versuche, die ich in der oben erwähnten Denkschrift umständlich erklärt habe, entscheiden, ob das Resultat der Rechnung richtig sey oder nicht.

Die einfachste Hypothese, die man der Rechnung zu Grunde legen kann, besteht darin, daß man eine *gleichmäßige Vertheilung* der Elektrizität im Bügel und in der Nadel annimmt.

Hiernach wäre η eine constante Gröfse und dm dem Elemente des Bügels proportional. Ich habe die Rechnung nach dieser Hypothese ausgeführt, und die Resultate der oben erwähnten Prüfung unterworfen, woraus dann sich ergeben hat, *daß man die Elektrizität als gleichmäßig in dem Bügel und in der Nadel vertheilt annehmen dürfe.*

Geht man mit dem Elektrometer auf einen erhöhten Punkt in freier Luft, stellt eine leitende Verbindung mit der Erde einen Augenblick her, und bringt das Instrument dann in einen verschlossenen Raum (d. h. in einen Raum

wo keine elektrische Spannung besteht) zurück, so wird die Nadel vom Bügel abgestoßen und kommt unter einem gewissen Winkel φ zur Ruhe. Berechnet man aus dem Winkel φ nach der oben angedeuteten Weise den Werth von η so wird η der elektrischen Spannung der Atmosphäre proportional seyn, und kann, in sofern es um Verhältniszahlen zunächst sich handelt, als *Maafs der Luft-Elektricität betrachtet werden*.

Bezeichnet man das Integral $\iint \frac{xy dx dm}{r^3}$ durch P , so ergibt sich $\eta = \sqrt{\frac{\mu X}{P}}$.

Diese Formel bedarf noch einer kleinen Modification wegen der Torsion des Coconfadens, die ich jedoch nicht anführe, weil es nicht meine Absicht ist hier eine vollständige Entwicklung der Rechnung zu geben (sie ist in der mehrfach erwähnten Denkschrift zu finden) sondern blofs den Gang der Rechnung und die angewendeten Grundsätze zu erläutern, wobei, wie man leicht bemerken wird, einige nicht unwesentliche Abweichungen von dem gewöhnlich befolgten Wege vorkommen.

Als Endresultat ergibt sich, dafs die elektrische Spannung sehr nahe dem Winkel φ proportional ist, so dafs man annehmen kann $\eta = \varphi + F(\varphi)$ wo $F(\varphi)$ eine kleine vom Winkel φ abhängige Correction bedeutet.

Bei dem Elektrometer der hiesigen Sternwarte, womit die folgenden Beobachtungen gemacht wurden, ist der Kreis, auf welchem die Ablenkung abgelesen wird, in 50 Theile getheilt, wie aus Fig. 2. Taf. IV. zu ersehen; cd' ist die Projection des Bügels. Die Numerirung wird vom Bügel aus nach beiden Seiten fortgesetzt bis 10. Die Nadel kann in Folge einer Arretirung, die sich unterhalb f befindet, nicht weit über 10 hinausgehen, und auch gegen diese Gränze hin ist die Beobachtung nicht mehr sicher.

Um die Excentricität zu eliminiren müssen beide Enden der Nadel notirt werden, das Mittel gilt als eigentliche Ablesung des Instruments.

Nennt man die Ablesung des Instruments n , so kann n zugleich näherungsweise als relatives Maafs der elektrischen Spannung angesehen werden; streng genommen hat man aber noch folgende Correctionen beizufügen.

n .	Correctionen.
0	0,00
1	+ 0,06
2	+ 0,03
3	0,00
4	- 0,08
5	- 0,16
6	- 0,17
7	- 0,10
8	+ 0,17
9	+ 0,73.

Die weiter unten angegebenen Zusammenstellungen sind ohne diese Correctionen berechnet.

Hinsichtlich der Beobachtungsweise habe ich noch Folgendes zu bemerken. Die Nadel kann sich nach beiden Seiten vom Bügel entfernen, und es wird jedesmal auch an *beiden* Seiten die Ablenkung beobachtet, ausserdem wird nach der zweiten Beobachtung die Nadel auf die Seite zurückgebracht, wo sie sich ursprünglich befand, und eine dritte Ablesung notirt. Die drei Ablesungen werden in gleichen Zeitintervallen gemacht und so combinirt, dafs in dem Endresultat die *Abweichung* des Bügels vom magnetischen Meridian, die *Torsion* des Coconfadens und die allmähliche *Entweichung* der Elektrizität ¹⁾ eliminirt werden. Ich lasse nun die Beobachtungsergebnisse folgen.

1) Ich gebrauche Gutta-Percha zur Isolirung, und unter allen Substanzen möchte wohl diese die geeignetste seyn. Indessen ist keine Isolirung vollkommen und die Vernachlässigung dieses Umstandes würde die Beobachtung oft sehr ungenau machen.

Spannung der Luft-Elektricität, beobachtet an der Münchener Sternwarte.

	Morgens											Abends	Monat- Mittel.
	7h	8h	9h	10h	11h	12h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	
1850.													
Mai	4,62	4,27	3,94	3,98	3,34	3,08	2,87	3,31	3,12	3,39	3,35	2,96	3,52
Juni	3,35	3,08	3,08	3,56	2,62	2,80	2,66	2,78	2,71	2,86	2,65	2,53	2,89
Juli	3,71	4,00	3,97	3,56	3,80	3,28	2,58	2,90	2,81	3,27	2,44	2,50	3,23
Aug.	4,08	3,79	4,10	3,75	3,95	3,72	3,48	3,51	3,14	3,09	3,21	3,40	3,60
Sept.	3,96	3,63	3,81	3,49	3,25	3,23	2,97	3,10	2,79	2,89	2,62	2,54	3,19
Oct.	5,07	5,63	5,90	6,26	5,93	4,88	4,80	4,20	5,38	5,06	3,22	—	5,12
Nov.	—	5,88	5,83	5,56	5,66	5,51	4,83	4,94	5,10	5,50	—	—	5,42
Dec.	—	6,87	6,01	6,73	7,54	7,20	6,84	6,98	6,71	6,48	—	—	6,82
1851.													
Januar	—	5,56	6,60	6,29	6,83	6,34	5,50	5,72	5,41	5,51	—	—	5,95
Febr.	—	6,47	6,65	6,26	6,43	5,98	6,10	5,76	5,68	5,24	—	—	6,06
März	5,29	6,90	7,39	5,70	5,30	5,18	5,40	4,96	5,13	4,79	5,04	4,72	5,49
April	3,89	4,71	3,93	3,69	3,24	3,04	3,02	3,11	3,05	3,19	3,37	3,31	3,46
Mai	4,09	3,50	3,53	2,80	2,56	2,56	3,20	2,80	2,86	3,19	2,73	3,06	3,07
Juni	3,48	3,15	3,27	3,04	2,91	3,11	2,66	3,14	2,83	3,19	3,60	2,93	3,11
Juli	3,99	3,58	3,30	3,17	3,50	3,15	3,60	3,09	3,14	3,61	2,72	2,84	3,31
Aug.	5,66	3,90	3,01	2,99	3,14	3,03	2,70	2,96	3,05	2,80	2,74	2,44	3,20
Sept.	3,44	3,41	4,01	4,04	3,19	2,83	3,05	2,87	2,93	3,13	3,55	4,01	3,37
Oct.	3,98	4,76	4,49	3,20	3,54	3,59	3,14	3,07	3,68	3,29	3,39	—	3,65

Ich gebe die obigen Zahlen als Beitrag zur Erforschung der Gesetze, nach welchen sich die täglichen und jährlichen Variationen der Luft-Elektricität richten. Folgerungen daraus abzuleiten unterlasse ich vorläufig, dagegen will ich einige Worte über die Natur der Luft-Elektricität überhaupt beifügen, da in dieser Hinsicht unter den Theoretikern so viele ganz verschiedene, zum Theil schwankende Meinungen herrschen. Meine Ansicht ist das Resultat eigener Anschauung und lange fortgesetzter Erfahrung; eine eigentliche Entscheidung glaube ich aber so wenig erlangt zu haben, daß ich es für unnöthig halte umständlich darzulegen, in wie weit meine Ansicht mit den bestehenden Theorien übereinstimmt, und in wie weit sie davon abweicht.

Meine Ansicht über das Bestehen der atmosphärischen Elektricität ist nun folgende. Die Erde besitzt *eine gewisse Menge negativer Elektricität*. Die Elektricitätsmenge bleibt sich immer gleich, die *Vertheilung* kann aber zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden seyn. Diese Elektricität nenne ich die *permanente* Elektricität der Erde, zum Unterschied von der *inducirten* Elektricität, die in jedem isolirten Körper, er mag permanent elektrisch seyn oder nicht, durch einen genäherten elektrischen Körper hervorgerufen wird. *Die Atmosphäre*, d. h. die reine Luft, *hat gar keine Elektricität*; sie ist unfähig die Elektricität zu leiten oder zu behalten.

Wäre die Erde eine Kugel mit vollkommen glatter Oberfläche, so würde jeder Punkt dieser Oberfläche gleich starke elektrische Spannung zeigen. Die Gleichheit der elektrischen Spannung an der Erdoberfläche wird durch zwei Umstände modificirt, durch die *Erhöhungen* und durch die *Dünste*, die in der Atmosphäre schweben.

Es ist eine allgemein bekannte aber theoretisch bisher sehr unvollständig untersuchte Thatsache, daß das elektrische wie das magnetische Fluidum sich an Spitzen und Kanten ansammelt, und daselbst in größerer Menge sich anhäuft als an einer ebenen Fläche. Vorzüglich ist hierbei die Repulsion wirksam, welche ein elektrisches Element auf

das andere ausübt; indessen läßt sich aus dieser Kraft allein die Vertheilung nicht ableiten. Wir wollen übrigens hier von den wirkenden Ursachen gänzlich Umgang nehmen und blofs die Thatsache festhalten, *dafs an jedem über die Ebene erhöhten Punkt eine mit der Erhöhung proportional zunehmende elektrische Spannung vorhanden ist.* An Hausdächern, Kirchthürmen, Bergspitzen findet man stets die Elektrizität in gröfserer Menge angehäuft.

Die zweite oben erwähnte Ursache, welche eine ungleiche Vertheilung der Elektrizität an der Erdoberfläche zur Folge hat, ist der in der Atmosphäre befindliche *Wasserdunst*, und zwar haben wir hier zweierlei Fälle zu unterscheiden. Entweder ist eine Dunstmasse mit der Erde in *Berührung*, oder sie ist von der Erde *isolirt*. Im ersten Falle tritt dasselbe Verhältnifs ein wie bei einem Berge; denjenigen Theil der Erdoberfläche, der mit der Dunstmasse in Berührung steht, verläßt die Elektrizität gänzlich und begiebt sich auf die Oberfläche der Dunstmasse. Im zweiten Falle müssen wir in Betracht ziehen, dafs jeder Körper latente Elektrizität in unbestimmten Massen enthält, die bei Annäherung eines anderen elektrischen Körpers nach bekannten Gesetzen frei wird. Eine *positive elektrische Wolke* inducirt an dem ihr zunächst liegenden Punkt der Erdoberfläche, und bis auf einen bestimmten Umkreis abnehmend mit der Entfernung, negative Elektrizität, die sich mit der permanenten Elektrizität summirt, so dafs eine *stärkere Spannung* entsteht. Eine *negative elektrische Wolke* inducirt positive Elektrizität, und stöfst die permanente (negative) Elektrizität der Erde zurück, so dafs nach Umständen eine *verminderte negative* Elektrizität, oder eine *vollständige Aufhebung* der Elektrizität, oder eine *positive* Elektrizität das Resultat seyn kann. Analoge Aenderungen kommen auch in der Wolke zu Stande.

Betrachten wir nun welche Anzeigen das Elektrometer unter den verschiedenen hier erwähnten Umständen gewähren wird.

Wenn man mit dem Elektrometer eine Beobachtung anstellen will, so geht man damit auf ein Hausdach oder sonst erhöhten und freien Punkt hinaus, stellt das Instrument auf ein hohes Gestell, berührt das Rohr bei *F* mit dem Finger, und bringt es dann in einen verschlossenen Raum — etwa in ein Zimmer, — wo die Ablesung geschieht.

Durch die eben erwähnte Berührung mit dem Finger wird eine leitende Verbindung mit der Erde hergestellt, und es muß unter der Voraussetzung, daß die Atmosphäre rein ist, die Elektrizität, welche immer die höchsten Punkte zu gewinnen sucht, in dem Elektrometer sich ansammeln, und zwar wird die Menge der Höhe proportional seyn. Kommt dann das Instrument in einen verschlossenen Raum, wo keine elektrische Spannung stattfinden kann, so äußert die in dem isolirten Theile des Elektrometers befindliche Elektrizität sich dadurch, daß der Bügel und die Nadel sich abstoßen.

Die im Elektrometer enthaltene Elektrizität wird *negativ* seyn, was man daran erkennt, daß die Ablenkung größer wird, sobald man eine geriebene Siegellackstange der Kugel *K* nähert.

Wird durch die Nähe einer Wolke in der oben erklärten Weise die Elektrizität eines Punktes der Erdoberfläche positiv, so gelangt, wenn eine Beobachtung nach der angegebenen Methode angestellt wird, *positive* Elektrizität in das Elektrometer und es erfolgt eine Abstossung des Bügels und der Nadel, gerade so, als wenn negative Elektrizität im Instrument wäre; die Natur der Elektrizität offenbart sich aber sobald man eine geriebene Siegellackstange in die Nähe der Kugel bringt, dadurch daß die Ablenkung *kleiner wird*.

Nimmt man die Beobachtung vor bei bedecktem Himmel und nach länger anhaltendem Regen, wo die Luft mit Dünsten gesättigt ist, mithin die Dunstmassen mit der Erde in leitender Verbindung stehen, so zeigt das Elektrometer *gar keine* elektrische Spannung an. In diesem Falle hat

sich die Elektrizität an der äußeren Oberfläche der Wolken hinaufgezogen, und der Beobachter befindet sich im Innern des elektrisirten Körpers, wo natürlich ebenso wenig wie in einem Zimmer eine elektrische Spannung vorhanden seyn kann.

Die bei uns bisher angestellten Beobachtungen schließen sich der obigen Vorstellung vollkommen an. Bei heiterem Himmel ist die Elektrizität der Erde ohne Ausnahme negativ und ziemlich gleicher Intensität. Wolken enthalten in der Regel eine mäßige Menge *negativer* Elektrizität und *vermindern* die permanente Elektrizität der Erdoberfläche. In Gewitterwolken ist meistens so viel negative Elektrizität enthalten, daß sie, wenn sie in die Nähe kommen die permanente Elektrizität ganz verdrängen, und eine mehr oder minder beträchtliche positive Elektrizität hervorrufen. Wolken mit positiver Elektrizität (die also die permanente Elektrizität vermehren) sind sehr selten.

Der bisher entwickelten Ansicht zu Folge hängen die Variationen der elektrischen Spannung an der Erdoberfläche ausschließlich von den vorhandenen Dunstmassen ab.

Da die Elektrizität eines jeden Punktes der Erdoberfläche von der Elektrizität aller übrigen Punkte bedingt ist, so wird jede Aenderung, die an einem Punkte vorgeht, eine Aenderung an der ganzen Erdoberfläche zur Folge haben, und zwar müssen vermöge der ungeheuren Schnelligkeit des elektrischen Fluidums die Aenderungen fast gleichzeitig an den entferntesten Punkten der Erdoberfläche eintreten.

Aus diesem Grunde würde es von großem Interesse seyn, wenn correspondirende Beobachtungen, den frühern magnetischen Termin-Beobachtungen ähnlich, aber in anderer Weise eingerichtet, in verschiedenen Orten angestellt würden.

Erhebliche Resultate wären dabei nur dann zu erwarten, wenn die Aenderungen in der Vertheilung der Elektrizität auf *große* Landstriche sich erstrecken würden; was diejenigen Aenderungen betrifft, welche etwa in Folge

eines Gewitters in einer Gegend vor sich gehen, so sind sie als local zu betrachten, und können, so intensiv sie auch seyn mögen, gegenüber der ganzen Masse elektrischen Fluidums, welche die Erdoberfläche bedeckt, keine wahrnehmbare Aenderung erzeugen.

Ich möchte zum Schlusse hier noch darauf aufmerksam machen, dafs es von besonderem Interesse seyn würde, während der Dauer eines Nordlichtes, wenn es im Zenit eines Ortes sich zeigt, elektrische Beobachtungen vorzunehmen. Wird das Nordlicht durch elektrische Entladungen erzeugt, so müfste wohl eine Einwirkung auf die Elektricität der Erdoberfläche sich zeigen.

III. *Ueber das goldhaltige Glas; von D. C. Splitgerber.*

Nach der Meinung des Hrn. H. Rose, welche derselbe im 72. Bande dieser Annalen ausgesprochen hat, ist in dem farbenlosen Glase das Gold als ein Silicat des Oxyduls enthalten: werde ein solches neutrales oder vielleicht auch saures farbenloses Silicat von Neuem erwärmt und zwar bei einer Temperatur, die weit niedriger ist als die, bei welcher es erzeugt worden ist, so scheide sich ein Theil des Goldoxyduls aus; dieses ausgeschiedene Goldoxydul sey es, welches in kleiner Menge Krystallglas schön dunkel rubinroth zu färben im Stande ist.

Ich bin nun zwar auch der Meinung, dafs die färbende Oxydationsstufe des Goldes aus der Verbindung mit der Kieselerde sich ausgeschieden hat (aber erst nach Abgabe von Sauerstoff), welches, wie ich im Bd. 61 angeführt, bei der längeren Erhitzung durch die fortschreitende Reduction des Goldes immer augenscheinlicher wird, und kann mich nicht von meiner dort geäußerten Ansicht trennen, welche

im Wesentlichen darauf hinausgeht, dafs das Gold im farbenlosen Glase sich in einem höher oxydirten Zustand befindet als im gefärbten, und zwar aus dem Grunde, weil das gefärbte Glas beim Schmelzen im Sauerstoffgebläse, und nach meinen Versuchen *nur* im Sauerstoffgase und wenn Blasen davon hineingebracht werden, und auch dann nur in geringer Quantität und schwierig wieder farbenlos wird ¹⁾, welches doch wohl nur durch eine Aufnahme von Sauerstoff zu erklären ist. Bei wiederholten Versuchen habe ich immer bestätigt gefunden, dafs das farbenlos geblasene Glas beim Wiederwärmen wiederum roth anläuft, woraus hervorgeht, dafs das Gold sich nicht etwa gänzlich regulinisch ausgeschieden hat, wie vielleicht vermuthet werden könnte, und mufs es hier erlaubt seyn den synthetischen Weg zur Aufklärung der Frage zu wählen, da der analytische nicht zugänglich ist.

Auch die Anwendung des Mikroskops giebt in diesem Fall keinen weiteren Aufschlufs, da selbst bei den bedeutendsten Vergröfserungen das Färbende nicht in einzelne Theile aufgelöst wird, und dies erst geschieht, wenn das reducirte Gold zu gröfseren Partikeln sich zusammengezogen hat, das Glas dann aber entfärbt ist.

Auf jeden Fall bleibt es bemerkenswerth, dafs nachdem das Goldglas gebildet ist, die Färbung nicht sowohl von einem bestimmten Temperaturgrad abhängig ist, als vielmehr davon, dafs derselbe von einem niedrigeren aus, also durch Erwärmung erreicht wird, wodurch erst der zur Zersetzung und Ausscheidung nothwendige Impuls gegeben wird, wogegen diese Erscheinung nicht beim Erkalten bei demselben Wärmegrad eintritt, indem sonst die Darstellung des farbenlosen Goldglases unmöglich seyn würde.

Ich erlaube mir hier noch einige im Sefström'schen Ofen unternommene Schmelzversuche von Goldglas und die dabei gemachten Bemerkungen mitzutheilen.

1) Dasselbe fand ich beim Kupferoxydulglase.

I.

100	Theile	Sand
66	"	Soda
10	"	Kreide
1,5	"	Goldpurpur

wurden in einer Stunde zu einem guten weissen Glase, welches nur den gewöhnlichen grünlichen Stich des Sodaglasses hatte, geschmolzen, und es befand sich nun in demselben, aufser dem Golde, nur das Zinn des Purpur. Als ich eine Probe davon an einem Eisen ins Feuer hielt und sie abschmolz, war es dunkelgelb und trübe bei reflectirtem, und schön lilla bei durchfallendem Licht geworden, verursacht vom darin reducirten Golde. Vor dem Löthrohr lief es sogleich röthlich an, doch nicht intensiv; es schied sich aber selbst nach längerem Blasen kein Gold aus. Im Platintiegel geglüht, wurde das farbenlose Glas zuerst röthlich, die Farbe ging dann aber schell ins Orange über. Für mich war das Glas dadurch interessant, weil es das erste Goldglas mit Natron war, während ich es früher immer nur mit Kali dargestellt habe; doch giebt es kein schönes Rubinglas. Das specifische Gewicht desselben war 2,462 bei 12° R., und es änderte sich dieses eben so wenig wie das absolute auch nicht im geringsten beim Anlaufen im Platintiegel.

II.

100	Theile	Sand
50	"	Soda
12,5	"	Kreide
4	"	Goldpurpur

schmolzen schnell zu einem Glase, welches aber nicht recht klar geworden war; beim Ausgiefsen aus dem Tiegel lief es etwas an, wogegen dünne Glasfäden farbenlos blieben, welches wohl daher kommt, dafs dickere Massen, nachdem sie äusserlich erkaltet sind, von innen aus momentan wieder auf eine höhere Temperatur gebracht werden. Vor dem Löthrohr wurde das Glas aber intensiver als das vorige gefärbt, mit dem es sich übrigens gleich verhielt, doch

fanden sich im Schmelztiegel viele reducirte Goldkörner ausgeschieden.

Um nun das Verhalten des Goldes allein im Glase zu beobachten, löste ich davon in Königswasser auf und mischte es mit dem Sande, liefs ihn trocknen und mengte ihn innig mit den übrigen Bestandtheilen.

III.

100	Theile	Sand
62,5	"	Soda
12,5	"	Kreide
0,75	"	Gold.

Da ich diese Schmelze übereilt hatte, so bekam ich ein schlechtes Glas, welches viele unaufgelöste Theile enthielt. Das ausgegossene Glas hatte einen schwachen röthlichen Schein; das im Tiegel gebliebene, wieder erwärmt, war rosa angelauten und hatte Goldkörner am Boden. Das zuerst ausgegossene Glas färbte sich nur schwer etwas rosa vor dem Löthrohr, welches wohl an dem geringen Gehalt an Gold lag. Im Platintiegel zehn Minuten über der Spiritusflamme erhitzt, wurden die Glasstückchen rosenroth. Da diese Schmelze kein gutes Glas gegeben hatte, so wiederholte ich dieselbe mit einem Zusatz von etwas mehr Gold.

IV.

100	Theile	Sand
62,5	"	Soda
12,5	"	Kreide
1,3	"	Gold.

Nach einer Schmelze von einer Stunde erhielt ich das Glas ganz gut und farblos, doch hatte sich viel Gold regulinisch im Tiegel ausgeschieden. Es lief erst an, nachdem es längere Zeit vor dem Löthrohr geschmolzen worden, und dann leberfarben und trübe beim reflectirten, und rosa und bläulich beim durchfallenden Licht erscheinend, offenbar veranlaßt durch die Neigung des Goldes sich hier regulinisch auszuscheiden, welches mit dem Glase, zu welchem Purpur gesetzt worden, nicht in diesem Grade

der Fall war. Im Platintiegel erhitzt lief es schön carminroth an. Bei 12° R. war das spec. Gewicht dieses Glases 2,444, welches sich eben so wenig wie das absolute nicht im mindesten beim Anlaufen veränderte.

Die beiden folgenden Schmelzversuche sind mit Pottasche ausgeführt, zur Vergleichung mit den vorigen, bei welchen Soda angewendet worden ist.

V.

100 Theile Sand

62,5 " Potasche

25 " Kreide

2,5 " Goldpurpur.

Nach einer Schmelzung von einer Stunde wurde ein leidliches, aber etwas blasiges Glas erhalten. Da es sehr strengflüssig war, so wollte es nicht aus dem Tiegel fließen und wurde theilweise mit einer Zange herausgezogen; dieses war ganz farblos, dagegen das im Tiegel gebliebene und mit demselben erkaltete Glas topasgelb angelaufen war, und einige Goldkörner hatten sich am Boden ausgeschieden. Bei der Schmelze hatte die Masse einen auffallenden Dampf ausgestoßen und fand sich beim Ausgießen, daß er von Glasgalle, d. i. von den die Potasche verunreinigenden Salzen herrührte, so daß also von der angewandten Potasche ein bedeutender Abgang abzuziehen ist, welches die Strengflüssigkeit erklärt. Das farbenlose Glas lief vor dem Löthrohr ziemlich schön rubinroth an, im Platintiegel erwärmt zuerst topasfarben, dann rubinroth. Das spec. Gewicht war 2,466 bei 13° R.

VI.

100 Theile Sand

62,5 " Potasche

25 " Kreide

1,3 " Gold, in Königswasser aufgelöst.

Es hatte sich bei dieser Schmelze so viel Gold regulinisch ausgeschieden, daß wohl kaum 20 Proc. des angewandten im Glase geblieben waren, welches daher auch

nur schwierig sehr schwach violett beim Erhitzen anlief und reducirtes Gold zeigte. Das spec. Gewicht war 2,460.

In Hinsicht auf eine schöne Rubinfarbe giebt die im 61. Bande dieser Ann. mitgetheilte Zusammensetzung das beste Resultat; dann folgt das von der fünften Schmelze mit Goldpurpur und Potasche, ein weniger gutes die Mischung von der ersten Schmelze mit Goldpurpur und Soda, welches vielmehr ein dunkles Orange, das ins Braune übergeht, beim Wiederaufwärmen erzeugt. Das Gold allein ohne ein anderes Metalloxyd zum Glasfärben anzuwenden, ist also nicht zweckmäßig, da es dann zu leicht sich regulinisch wieder ausscheidet, und wird daher in den Fabriken nur bleibaltiges Glas dazu genommen.

Ferner habe ich noch zwei Schmelzen gemacht, um das Verhalten des Platins im Glasfluß kennen zu lernen.

100 Theile Sand

50 " Soda

10 " Kreide

1,01 " Platin, in Königswasser aufgelöst.

Diese Mischung schmolz zu einem guten Glase, welches aber ganz gleichmäßig mausegrau durch das reducirte Platin gefärbt war, in der Art, daß man bei einer Dicke von einem Achtel-Zoll noch die Fenstersprossen durch dasselbe erkennen konnte.

Um nun das Platin wo möglich im oxydirten Zustand zu erhalten, versuchte ich noch die folgende Zusammensetzung;

100 Theile Sand

100 " Mennige

20 " Salpeter

20 " Potasche

0,4 " Platin,

aber auch diese gab nur ein grauliches trübes Glas, welches den Schmelztiegel stark angegriffen hatte.

IV. *Ueber eine neue Verbindung des höchsten Schwefelchlorids mit der Schwefelsäure;*
von Heinr. Rose.

Die flüchtigen Verbindungen mehrerer Sauerstoffsäuren, wie namentlich der Chromsäure, der Molybdänsäure, der Wolframsäure und der Schwefelsäure mit den ihnen entsprechend zusammengesetzten Chloriden sind hinsichtlich der Art ihrer Zusammensetzung immer noch ein Gegenstand des Streites, indem vielleicht die meisten Chemiker, namentlich in Frankreich nach Dumas Vorgange, diese Verbindungen als Sauerstoffsäuren ansehen, in denen ein Theil des Sauerstoffs, gewöhnlich ein Drittel, durch eine äquivalente Menge von Chlor ersetzt ist.

Diese Verbindungen sind alle flüchtig, während mehrere der Sauerstoffsäuren, die in ihnen angenommen werden können, in ihrem reinen Zustand oft gar nicht und bisweilen sehr schwer flüchtig sind, einige sich auch durch erhöhte Temperatur zersetzen. In Berührung mit Wasser zerlegen sie sich alle in Chlorwasserstoffsäure, und in die Sauerstoffsäuren des Radicals, welche letztere sich entweder auch im Wasser auflösen, oder wenn sie darin unlöslich oder schwerlöslich sind, sich daraus abscheiden.

Diese Zersetzung ist also eine ganz ähnliche wie die, welche erfolgen würde, wenn die flüchtigen Chloride allein, die in diesen Verbindungen angenommen werden können, der Behandlung mit Wasser unterworfen werden, weshalb sie auch früher für diese Chloride selbst angesehen wurden, und erst durch eine quantitative Untersuchung konnte ihre richtige Zusammensetzung bewiesen werden. Diese Chloride indessen sind im isolirten Zustande, und ohne ihre Verbindungen mit Sauerstoffsäuren noch nicht dargestellt.

In den Verbindungen der Sauerstoffsäuren mit Chloriden zeigt also das Chlor nicht das nämliche Verhalten wie Sauerstoff, sondern bei der Behandlung mit Wasser ver-

bindet es sich mit dem Wasserstoff desselben. Das Chlor kann daher in diesen Verbindungen den Sauerstoff nicht vertreten. Uebrigens können dieselben Sauerstoffsäuren, welche in jenen Verbindungen mit den flüchtigen Chloriden ihres eigenen Radicals vereinigt sind, sich auch mit basischen Chlormetallen verbinden. So hat Pélégot schon vor langer Zeit eine krystallisirte Verbindung von 2 Atomen Chromsäure mit einem Atom Chlorkalium dargestellt, und ich habe gezeigt, daß die wasserfreie Schwefelsäure von Chlorkalium, von Chlornatrium und von Chlorammonium in großer Menge absorhirt werde ¹⁾). Auch verbindet sich das schwefelsaure Schwefelchlorid, welches 5 Atome Schwefelsäure enthält (Schwefel-Quinquacichlorid nach Berzelius) mit Phosphor-Aci-Chlorid in mannigfaltigen Verhältnissen, so wie mit dem Selen-Aci-Chlorid und dem Zinn-Aci-Chlorid, und die Zusammensetzung dieser Verbindungen ist von der Art, daß wir in denselben nothwendig Schwefelsäure als solche, und nicht eine in der ein Theil des Sauerstoffs durch Chlor ersetzt worden ist, annehmen müssen. Ferner stimmt auch das specifische Gewicht des Dampfes vom schwefelsauren Schwefelchlorid, welches 5 Atome Schwefelsäure enthält, nur mit der Voraussetzung überein, daß die Zusammensetzung desselben $\text{S}\text{Cl}^3 + 5\ddot{\text{S}}$ sey. Denn wenn man dieselbe für $\text{S} + 2\frac{1}{2}\text{O} + \frac{1}{2}\text{Cl}$ annimmt, so erhält man kein wahrscheinliches Verdichtungsverhältniß aus den Zahlen, welche die Versuche ergeben haben ²⁾). Endlich ist auch die Zusammensetzung der Verbindungen der Aci-Chloride mit Ammoniak, besonders aber die des schwefelsauren Schwefelchlorids mit 5 Atomen Schwefelsäure mit Ammoniak, von der Art, daß man in ihnen wasserfreie Sauerstoffsäure annehmen muß ³⁾).

Diese Gründe waren es, welche mich bestimmten, der sehr verbreiteten Annahme von der Zusammensetzung jener

1) Pogg. Ann. Bd. 38, S. 117.

2) Pogg. Ann. Bd. 46, S. 173.

3) Pogg. Ann. Bd. 52, S. 65.

flüchtigen Verbindungen, nach welchen sie für Sauerstoffsäuren gehalten werden, in denen ein Theil des Sauerstoffs durch Chlor ersetzt worden, nicht beizustimmen, sondern sie noch ferner für Verbindungen von Sauerstoffsäuren mit Chloriden zu halten, die für sich bis jetzt noch nicht rein dargestellt worden sind, und die auch wohl von solcher leichten Zersetzbarkeit seyn mögen, dafs sie nur in Verbindung mit Sauerstoffsäuren bestehen können. Ich hatte diese Ansicht von der Zusammensetzung jener flüchtigen Verbindungen schon bei der Untersuchung des chromsauren Chromchlorids aufgestellt ¹⁾, der ersten dieser Verbindungen, in denen ein Sauerstoffgehalt dargethan worden war. Auch Berzelius hat bei allen Gelegenheiten dieselbe Ansicht geltend gemacht, und sich bestimmt gegen die allgemein verbreitete erklärt.

In neueren Zeiten hat sich die Zahl der Verbindungen flüchtiger Chloride mit Sauerstoffsäuren ansehnlich vermehrt. Wurtz und Cahours ²⁾ entdeckten das phosphorsaure Phosphorchlorid $3\text{PCl}^5 + 2\ddot{\text{P}}$, welches sie freilich beide für die Verbindung PCl^3O^2 halten — Persoz ³⁾ stellte das phosphorsaure Phosphorchlorid $\text{PCl}^3 + \ddot{\text{P}}$, dar, sowie auch die Verbindungen des Phosphorchlorids mit einem und zwei Atomen Schwefelsäure, $\text{PCl}^5 + \ddot{\text{S}}$ und $\text{PCl}^5 + 2\ddot{\text{S}}$, ferner das wolframsaure Phosphorchlorid $\text{PCl}^5 + \ddot{\text{W}}$, und das schweflichtsaure Phosphorchlorid $\text{PCl}^5 + 2\ddot{\text{S}}$, dessen Darstellung auch Kremers ⁴⁾ zu gleicher Zeit glückte. Millon ⁵⁾ endlich fand eine Verbindung der Schwefelsäure mit dem Schwefelchlorid SCl^7 , welches der schweflichten Säure entspricht, und dessen Verbindungen mit Zinnchlorid und Titanchlorid schon vor längerer Zeit

1) Pogg. Ann. Bd. 27, S. 570.

2) *Annales de Chimie et de Physiques* 3. Reihe Bd. 20 S. 477 und Bd. 23 S. 327.

3) *Comptes rendus* Bd. 28 S. 86.

4) *Annalen der Chemie und Pharmacie* Bd. 70 S. 297.

5) *Annales de Chimie et de Physiques* 3. Reihe Bd. 29 S. 237.

Zeit dargestellt worden waren. Die Verbindung kann durch die Formel $S\text{Cl}^2 + \ddot{\text{S}}$ ausgedrückt werden, wird aber von Millon für $S^2\text{Cl}^2\text{O}^3$ angesehen.

Wie diese flüchtigen Verbindungen aus Chloriden und Oxyden, welche starke saure Eigenschaften haben, und starke Säuren bilden, zusammengesetzt, sind ganz ähnliche nur nicht flüchtige aus Chloriden und Oxyden, welche stark-basische Eigenschaften zeigen, bestehend, schon seit lange bekannt, und in früherer Zeit für basisch-salzsäure Salze angesehen worden. Mehrere derselben finden sich in der Natur, und einige, namentlich die Verbindung von Chlorblei mit Bleioxyd, werden für technische Zwecke in großen Mengen dargestellt. Auch diese Verbindungen könnte man mit gleichem Rechte, wie jene flüchtigen, für Oxyde ansehen, in welchen ein Theil des Sauerstoffs durch Chlor ersetzt worden. Es ist dieß aber nicht geschehen, oder nur sehr ausnahmsweise, offenbar aus keinem andern Grunde, als weil in diesen nicht flüchtigen Verbindungen die basischen Oxyde mit den Chloriden in sehr vielen Verhältnissen vereinigt sind. So können wir namentlich Bleioxyd und Chlorblei in den mannigfaltigsten Verhältnissen verbinden. In der Natur kommen krystallisirte Verbindungen von Bleioxyd mit Chlorblei als Mendipit und Matlokit ¹⁾ vor. Beide Verbindungen haben verschiedene Krystallformen, welche beide von denen wesentlich verschieden sind, welche dem reinem Chlorblei und dem reinen Bleioxyd eigenthümlich sind. Aber auch die Formen dieser letzteren stimmen mit einander nicht überein, so daß also alle vier Substanzen, welche, wenn Chlor und Sauerstoff sich in ihnen vertreten, isomorph seyn könnten, in ihren Krystallformen wesentlich verschieden sind. Zahlreiche Verbindungen von Bleioxyd und Chlorblei können ferner auf nassem Wege erzeugt werden, und durch Zusammensetzen von Bleioxyd mit Chlorblei oder mit Salmiak erhält man sie in allen möglichen Verhältnissen.

1) Rammelsberg in Pogg. Ann. Bd. 85, S. 144.

Poggendorff's Annal. Bd. LXXXV.

Wenn aber diese große Mannigfaltigkeit der Verbindungen zwischen den basischen Oxyden und den Chloriden die alleinige Ursache seyn sollte, daß man in ihnen nicht das Chlor als den Sauerstoff vertretend ansehen kann, so kann derselbe Grund auch für die flüchtigen Verbindungen der Säuren mit Chloriden maßgebend seyn, denn wenigstens, eins dieser Chloride, und gerade eins der ausgezeichnetsten, kann sich in vielen Verhältnissen mit der Sauerstoffsäure desselben Radicals verbinden. Es ist dies das der Schwefelsäure entsprechende Schwefelchlorid SCl^3 , welches mehr als eine Verbindung mit der Schwefelsäure bilden kann.

Die erste Verbindung wurde von mir durch Einwirkung von wasserfreier Schwefelsäure auf Chlorschwefel dargestellt ¹⁾. Sie entspricht der Zusammensetzung $\text{S}\text{Cl}^3 + 5\ddot{\text{S}}$. Schon in dieser Verbindung ist das Verhältniß vom Schwefel, Chlor und Sauerstoff von der Art, daß eine Vertretung von Chlor und Sauerstoff nicht einmal nach ganzen Atomen stattfinden kann, denn man muß sie dann als eine Verbindung von $\text{S} + 2\frac{1}{2}\text{O} + \frac{1}{2}\text{Cl}$ ansehen, welche man freilich auch als eine Verbindung von $(\text{S} + 2\text{O} + \text{Cl}) + \ddot{\text{S}}$ betrachten kann, in welchem Falle man aber zugeben muß, daß schon Schwefelsäure in derselben enthalten sey.

Bald darauf gelang es Regnault nach vielen Schwierigkeiten die Verbindung $\text{S}\text{Cl}^3 + 2\ddot{\text{S}}$ darzustellen ¹⁾ deren Erzeugung ich oft vergebens versucht hatte. Fast allgemein wurde diese Verbindung, welche in ihrer Zusammensetzung den Verbindungen der Chromsäure, der Molybdänsäure und der Wolframsäure mit den ihnen entsprechend zusammengesetzten Chloriden, ganz ähnlich ist, für eine Schwefelsäure, in welcher Sauerstoff durch Chlor ersetzt ist, angesehen.

1) Pogg. Ann. Bd. 44, S. 291.

2) *Annales de Chimie et de Physiques* Bd. 60, S. 170 und Bd. 71, S. 445.

Aber schon früher hatte ich darauf aufmerksam gemacht, daß es eine oder noch mehrere Verbindungen des höchsten Schwefelchlorids S Cl^3 mit mehr als mit 2 oder 5 Atomen Schwefelsäure geben müßte, welche in den krystallisirten Producten enthalten sind, welche bei der Destillation der Auflösung von Chlorschwefel in einem Uebermaafs von wasserfreier Schwefelsäure erhalten werden ¹⁾). Ich bemerkte dabei, daß es schwer oder unmöglich sey, sie, da sie einen niedrigen Kochpunkt zu haben scheinen, von der überschüssigen Schwefelsäure zu trennen. Andererseits löst das flüssige schwefelsaure Schwefelchlorid $\text{S Cl}^3 + 5\text{S}$ viel von dem festen auf, und erhält dadurch einen niedrigeren Kochpunkt. Durch wiederholte vorsichtige Destillationen kann aus der Auflösung viel von dem festen Product erhalten werden. Aber wenn dieß auf diese Weise frei von beigemengter überschüssiger Schwefelsäure erhalten werden kann, so enthält es doch noch von der flüssigen Verbindung, so daß man es nicht von einem bestimmten Kochpunkt, wie diese, erhalten kann.

Diese wiederholten Destillationen eines Products, welches viel wasserfreie Schwefelsäure enthält, sind wegen der so großen Flüchtigkeit, und wegen des starken Dampfes, den es ausstößt, so wie wegen der so großen Verwandtschaft zum Wasserdampf mit den allergrößten Unannehmlichkeiten verknüpft, und lassen sich nur in den trockensten Wintertagen ausführen.

Ich übersättigte einst Chlorschwefel mit Chlorgas, und liefs die braune Auflösung einen großen Ueberschuß von Dämpfen der wasserfreien Schwefelsäure absorbiren, so daß endlich aus der Auflösung ein Theil der Säure krystallinisch sich abschied. Die Flasche wurde darauf sogleich luftdicht verschlossen. Nach einiger Zeit hatte sich auch der flüssige Theil vollständig in seidenglänzende Krystalle von weißer Farbe verwandelt, welche sich selbst während der heißen Sommermonate mehrere Jahre hindurch unverändert erhielten.

1) Pogg. Ann. Bd. 44, S. 299.

Die Flasche war 17 Jahre hindurch aufbewahrt worden. Durch die Länge der Zeit hatte sich am Boden derselben eine geringe Menge von einer flüssigen Mutterlauge gebildet, aber von dem gläsernen Stöpsel, durch den die Flasche verschlossen war, bis fast auf den Boden derselben, war dieselbe mit strahlförmigen Krystallen angefüllt, welche im äusseren Ansehen Aehnlichkeit mit den Krystallisationen einiger Arten von Zeolith, namentlich mit der des Mesotyps hatten.

Dafs diese Krystalle eine eigenthümliche Verbindung seyn mußten, und nicht aus reiner wasserfreier Schwefelsäure bestehen konnten, ergab sich aus dieser eigenthümlichen Krystallisation, so wie auch durch den Umstand, dafs sie während einer so langen Zeit sich unverändert in Temperaturen eines geheizten Zimmers und während heifser Sommer erhalten hatten.

Wenn auch die Untersuchung dieser Substanz mit Schwierigkeiten nicht verknüpft war, so war es doch die Abwägung. Beim Oeffnen der Flasche stiefs die Substanz einen so dichten Rauch aus, wie wasserfreie Schwefelsäure allein. Vermittelst einer Zange mit Platinschuh wurden mit größter Eile Quantitäten herausgenommen und in kleinen Platintiegeln, welche durch den Deckel möglichst gut verschlossen werden konnten, schnell abgewogen.

Beim Herausziehen waren die Krystalle weich und asbestartig, wie wasserfreie Schwefelsäure allein. Auf Wasser geworfen veranlafste die Verbindung, wenn die Quantität derselben nur einigermaßen bedeutend war, eine starke Explosion, und sie wurde zum Theil von der Oberfläche des Wassers weggeschleudert, wie diefs auch bei der wasserfreien Schwefelsäure der Fall ist. Um die gewogenen Quantitäten ohne Verlust in Wasser aufzulösen, wurden die gewogenen Platintiegel, ohne sie zu öffnen, in große Flaschen mit breiter Mündung gebracht, welche mit gläsernen Stöpseln luftdicht verschlossen werden konnten. So wie das Wasser durch die Fugen zwischen Deckel und Tiegel drang, entstand eine so heftige Einwirkung, dafs

der Glasstöpsel, obgleich ich ihn festdrückte, gehoben und abgeschleudert wurde, wodurch natürlich etwas vom Dampfe verloren gehen mußte. Beim zweiten Versuche mit einer etwas kleinern Menge der Verbindung drückte ich aber den Glasstöpsel mit beiden Händen mit solcher Kraft fest, daß es mir gelang, das Lüften des Stöpsels ganz zu vermeiden, obgleich in der That einige Anstrengung dazu nöthig war.

Die Auflösung der Verbindung in Wasser roch ein wenig, aber nicht bedeutend, nach schweflichter Säure, sonst enthielt sie nur wie die des schwefelsauren Schwefelchlorids $\text{S Cl}^3 + 5 \ddot{\text{S}}$ Schwefelsäure und Chlorwasserstoffsäure. Hr. Weber erhielt bei einem Versuch aus 5,935 Grm. der Verbindung 1,727 Grm. Chlorsilber und 15,625 Grm. schwefelsaure Baryterde; bei einem zweiten Versuche aus 4,108 Grm. der Verbindung 1,320 Grm. Chlorsilber und 10,846 Grm. schwefelsaure Baryterde. Die Resultate beider Versuche sind hiernach folgende:

	I.	II.
Schwefel	36,09	36,37
Chlor	7,20	7,93
Sauerstoff (als Verlust)	56,71	55,70
	<u>100,00.</u>	<u>100,00.</u>

Die Resultate beider Versuche sind nicht vollkommen übereinstimmend, aber bei dem Versuche I. wurde bei der Auflösung der Verbindung in Wasser der Stöpsel der Flasche, wie ich schon erwähnt habe, abgeschleudert, wodurch nothwendig etwas Chlorwasserstoffgas, so wie etwas Schwefelsäure verloren gehen mußte. Der Versuch II. bei welchem diess nicht stattfand, mußte daher ein befriedigenderes Resultat geben. Wenn man ferner bedenkt, daß nothwendig beim Abwägen von der wasserfreien Schwefelsäure etwas Wasser angezogen werden mußte, obgleich die Versuche an einem trocknen Wintertage angestellt wurden, so ist wohl folgende berechnete Zusammensetzung die wahrscheinlichste:

31 At. Schwefel	37,60
3 At. Chlor (Cl)	8,03
90 At. Sauerstoff	54,37
	<hr/> 100,00.

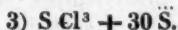
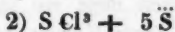
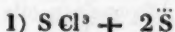
Die Verbindung besteht dann also aus 1 Atom des höchsten Schwefelchlorids, und 30 Atomen wasserfreier Schwefelsäure und ist $\text{S Cl}^3 + 30 \text{ S}.$ Im Hundert besteht sie aus:

Schwefelchlorid, S Cl^3	9,25
Wasserfreie Schwefelsäure	90,75
	<hr/> 100,00.

Die Verbindung ist in der Kälte erzeugt worden. Ich habe schon oben erwähnt, daß sich krystallisirte Verbindungen von anderem Ansehen in den Destillationsproducten einer Auflösung von Chlorschwefel in einem Uebermaafs von wasserfreier Schwefelsäure finden, die aber nicht, oder wohl nur sehr schwer von der wasserfreien Schwefelsäure zu trennen sind. Bei der Entstehung der Verbindung in der Kälte ist nur sehr wenig schweflichte Säure erzeugt worden, da der angewandte Chlorschwefel möglichst mit Chlor übersättigt worden, wodurch auch vielleicht die Darstellung derselben möglich war.

Interessant ist aber die Zusammensetzung der Verbindung, da sie zeigt, daß das höchste Schwefelchlorid S Cl^3 sich in sehr vielen Verhältnissen mit Schwefelsäure verbinden kann. Wollte man sie nach der ziemlich allgemein verbreiteten Ansicht für eine Schwefelsäure halten, in welcher ein Theil der Schwefelsäure durch Chlor vertreten ist, mit welcher Vertretung man ziemlich unklare Begriffe zu verbinden pflegt, so müßte die Zusammensetzung derselben durch $\text{S} + 2\frac{2}{3}\text{O} + \frac{3}{3}\text{Cl}$ ausgedrückt werden, oder man müßte eine Vertretung des Sauerstoffs durch Chlor in allen möglichen Verhältnissen annehmen, welche nur bei Verbindungen, die in ihren Eigenschaften sehr ähnlich sind, und die isomorph seyn können, möglich zu seyn scheint. Aber eine Isomorphie des Sauerstoffs und des Chlors ist bisjetzt bei keiner krystallisirten Verbindung wahrgenommen worden.

Wir kennen also bisjetzt folgende Verbindungen des höchsten Schwefelchlorids mit der Schwefelsäure:

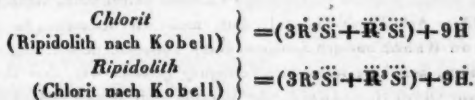


Außer diesen giebt es unstreitig noch mehrere, besonders solche, welche hinsichtlich ihrer Zusammensetzung zwischen die beiden letzten einzureihen sind.

V. Ueber Krystalle des Chlorits von der Achmatow'schen Grube im Ural und ihre Beziehung zum Chlorit vom Schwarzenstein in Tyrol, zum Ripidolith vom St. Gotthard und anderen Localitäten, zum Lophoit, Pennin und Kämmererit (Rhodochrom); von N. v. Kokscharow.

Es trifft sich oft, daß in großen Massen vorkommende und schon längst bekannte Mineralien weniger genau un-

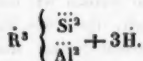
Anmerkung: In Folgendem werden wir die Nomenklatur des Hrn. Prof. Gustav Rose beibehalten, der, wie bekannt, die von Hrn. Prof. von Kobell vorgeschlagenen Namen umgekehrt gebraucht. So bezeichnet er das Mineral von der Achmatow'schen Grube und von Schwarzenstein nicht als Ripidolith, sondern als *Chlorit*, während er dem Minerale vom St. Gotthard und Rauris den Namen *Ripidolith* und nicht Chlorit beilegt. Hr. Prof. Rammelsberg, die Nomenklatur des Prof. G. Rose beibehaltend, drückt ihre Zusammensetzung durch folgende Formel aus:



Ferner bemerkt Hr. Prof. Rammelsberg, daß, wenn es einst dargethan werde, daß diese beiden Varietäten einer und derselben Mi-

tersucht sind, als viele höchst selten anzutreffende Mineralkörper. In diese Kategorie gehören unter anderen die Chlorite, so wie im Allgemeinen alle glimmerartige Mineralien. In Folge dessen muß ein jeder Beitrag zur Erkenntniß der Natur dieser Körper erwünscht erscheinen. In vorliegender Abhandlung sind die Beobachtungen über die Krystalle des, durch seinen Dichroismus sich auszeichnenden Chlorits von der Achmatow'schen Grube im Ural zusammengestellt und verglichen mit anderen Varietäten des Chlorits, die unter verschiedenen Namen auftreten. Schon vor langer Zeit habe ich mich mit einer Reihe von Untersuchungen der Krystalle des Chlorits von der Achmatow'schen Grube, die ich während meiner Reise im Ural Gelegenheit hatte zu sammeln, beschäftigt. Ferner entging in dieser Zeit keine einzige öffentliche- oder Privatsammlung Petersburgs meiner Aufmerksamkeit und ich benutzte vollkommen alles sich mir auf diese Weise darbietende Material¹⁾. Zur Veröffentlichung der Resultate meiner Untersuchungen wurde ich noch besonders aufgefordert von meinem hochgeehrten Lehrer Hrn. Prof. Gustav Rose, der mir in einem Briefe unter Anderem auch folgendes schrieb:

neralspecies angehören, so könnte man für sie folgende Formel construiren:



(C. F. Rammelsberg. Viertes Supplement zu dem Handwörterbuch des chemischen Theils der Mineralogie. Berlin 1849, S. 36.

L. Hartmann. Die neuesten Entdeckungen und Forschungen auf dem Gebiete der gesammten Mineralogie u. s. w. Weimar, 1850, S. 120.)

- 1) Viele meiner geehrten Freunde und Collegen unterstützten mich gefälligst bei dieser Arbeit mit Material, doch muß ich besonders Sr. Excellenz Dr. von Rauch meinen innigsten Dank abstatten, dessen ausgezeichnete Sammlung beständig zu meiner Verfügung geöffnet war, dem Hrn. Bergingenieur Obrist H. v. Jossa, der mir die zum Messen geeignetsten Krystalle von Chlorit von Achmatowsk überließ und endlich dem Bergingenieur Stabs-Kapitain K. v. Romanowsky.

„Ich habe von Hrn. Krantz auch Krystalle von Kämmererit, aber nach der Etiquette zu urtheilen, von Bissersk im Ural erhalten. — Sie werden am besten wissen, ob daselbst solche Krystalle vorgekommen sind. — Ich habe an diesen einige Messungen angestellt und danach scheinen sie mir mit dem Chlorit von Achmatowsk vollkommen übereinzustimmen, so dafs ich in meinem System, welches ich in kurzem herauszugeben gedenke, den Kämmererit oder Rhodochrom, wie man ihn früher genannt hat, zum Chlorit gestellt habe. Gewifs haben Sie in Petersburg gute Krystalle vom Chlorit von Achmatowsk; sollten Sie nicht besser thun, die Krystalle des Kämmererits mit diesem zu vergleichen, auch mit den Krystallen des Chlorits vom Zillerthal, sowie mit den schönen Krystallen des Pennins von Zermatt, die alle zusammengehören, und dann eine vollständige Abhandlung über sämtliche Varietäten des Chlorits auszuarbeiten? Sie wird vielleicht nicht leicht seyn, wegen der Schwierigkeit der Messungen, aber was der eine Krystall nicht darbietet, wird man vielleicht am anderen finden u. s. w.“

Allen, mit den Wissenschaften einigermaßen Vertrauten, sind die Schwierigkeiten bekannt, auf die man beim Messen der Mineralkörper von blättriger Textur stöfst. In Folge des vollkommensten Blätterdurchganges, parallel der geraden Endfläche, bieten die Seitenflächen eine Menge horizontaler Striche dar, woher denn, ungeachtet des starken Glanzes der Oberfläche, entweder keine deutliche Spiegelung wahrzunehmen ist, oder eine so grofse Anzahl von Bildern entsteht, dafs auch die geringste Hoffnung zu einer Messung schwinden mufs. Eine Folge dieser Unvollkommenheit der Krystalle ist nun, dafs die Resultate der von verschiedenen Beobachtern vollzogenen Messungen unter einander nicht übereinstimmen. Vorzüglich entspringen viele Mißverständnisse aus dem Umstande, dafs die Autoren, wie so oft geschieht, über die Eigenschaften der Krystallflächen vollkommen schweigen und nicht einmal an-

geben, in wie weit sich die Gröfse der von ihnen angegebenen Winkel der Wirklichkeit nähern könne. Ich hoffe man wird mir verzeihen, dafs ich in diesem Aufsätze auf einige Umstände aufmerksam mache, die meines Erachtens unumgänglich nöthig sind zur Beseitigung der eben angeführten Mißverständnisse.

Einige, der von mir gesammelten Chlorit-Krystalle von der Achmatowschen Grube, sind von bedeutender Gröfse (gegen 6 Millimeter im Durchmesser) und zeichnen sich durch die Vollkommenheit ihrer Bildung, sowie durch die symmetrische Vertheilung der Flächen aus. Leider sind die grofsen Krystalle nicht sehr tauglich zu genauen Messungen und an ihnen können nur annäherungsweise Messungen mittelst des Reflexionsgoniometers vorgenommen werden. Die anderen Krystalle sind sehr klein (gegen 1 bis $1\frac{1}{2}$ Millimeter im Durchmesser) und bieten eine Menge verschiedenartiger, höchst unsymmetrisch vertheilter Flächen dar. Doch wird dieser Umstand dadurch aufgehoben, dafs diese Krystalle mit gehöriger Genauigkeit, mittelst des Mitscherlichschen Reflexionsgoniometers gemessen werden können. An einigen dieser Krystalle war es möglich, die Messungen bis 5 Minuten und sogar noch genauer zu vollziehen.

Was die Krystallform des Chlorits aus der Achmatowschen Grube anbelangt, so stellen dieselben, wie es weiter unten gezeigt werden soll, ein seltenes Beispiel der *rhombödrischen Tetartoëdrie* dar.

Die kleinen Krystalle wurden mittelst des Mitscherlichschen Goniometers, welches mit einem Fernrohr versehen war, gemessen, das Goniometer war in einem dunklen Zimmer aufgestellt und alle Fenster der angränzenden Zimmer waren mit dunklen Vorhängen bedeckt, aufser einer einzigen Scheibe, auf welcher eine dunkle viereckige Platte befestigt war, welche von dem Krystalle reflectirt wurde. Auf diese Art wurde der Reflex auf den Flächen des Krystalls bedeutend erhöht. Die Entfernung von der dunklen Platte am Fenster bis zum Goniometer betrug

15 Schritte. Das Instrument wurde aufgestellt vermittelst eines Spiegelglases mit parallelen Flächen und bei jeder Messung wurde der Krystall auf das Sorgfältigste centriert. Mit einem Wort, es wurden alle Vorsichtsmafsregeln getroffen, die Hr. Prof. Mitscherlich in seiner, in der Berliner Academie, am 9. Januar 1843 gelesenen Abhandlung: »Ueber ein Goniometer,« empfiehlt.

Unter den kleinen Krystallen, die wir von nun an mit Nummern bezeichnen werden, war besonders No. 1 zum Messen geeignet. Er hatte die Form einer Hexagonalpyramide, in welcher zwei angränzende Flächen (o und o' in Fig. 18—22, Taf. III) sehr glänzend waren, so dafs das Bild des reflectirten Gegenstandes vollkommen deutlich und nicht verdoppelt erschien. Dieses bewog mich, alle Mühe daran zu wenden einige Winkel des Krystalls No. 1 mit der möglichsten Genauigkeit zu messen und wie es scheint ist mir dies vollkommen gelungen. Auf diese Art wurden beim Krystall No. 1 folgende Werthe erhalten:

Für die Neigung einer der Flächen der Pyramiden zu der geraden Endfläche (Spaltungsfläche):

$o : P = 113^{\circ} 57\frac{1}{4}'$
113 $57\frac{1}{2}$
113 58
113 $58\frac{3}{4}$
113 $57\frac{1}{2}$
113 $57\frac{1}{2}$
113 $58\frac{1}{4}$
113 58
113 58
113 $58\frac{3}{4}$
113 58
113 58

Mittel = $113^{\circ} 58'$.

Bei Bestimmung eines jeden dieser zwölf Werthe wurde der Krystall immer besonders am Goniometer eingestellt, und jeder Werth ist wieder das Mittel von sechs unmittelbar auf einander folgenden Drehungen des Instru-

mentenkreises. Im Vergleich mit anderen Flächen, gab die Fläche o die deutlichsten Bilder.

Die Neigung der Nachbarfläche der Pyramide zur geraden Endfläche (d. h. OP) betrug beständig $114^{\circ} 0'$. Da jedoch das reflectirte Bild hier weniger deutlich war als in dem vorigen Falle, so muß auf dieses Resultat keine Rücksicht genommen werden.

Die Neigungswinkel der beiden vorigen Flächen der Pyramide, d. h. der Neigungswinkel in den Endkanten der Pyramide oo' gegen einander betrug:

$$o : o' = 125^{\circ} 40'$$

$$125 \quad 40$$

$$125 \quad 36$$

$$125 \quad 36$$

$$125 \quad 40$$

$$125 \quad 36$$

$$\text{Mittel} = 125^{\circ} 38'.$$

Auch in diesem Falle ist jeder Werth das Mittel von sechs unmittelbar auf einander folgenden Drehungen des Instrumentenkreises, wobei jedesmal der Krystall von neuem eingestellt wurde. Der reflectirte Gegenstand erschien ziemlich deutlich, wenn auch nicht in dem Maasse wie bei der ersten Messung.

Wenn wir für den Neigungswinkel der beiden Flächen o und o' zu der geraden Endfläche im Krystall No. 1 den Werth $= 113^{\circ} 58'$ annehmen, so erhält man durch Rechnung als Neigungswinkel für dieselbe, d. h. für o zu o' , den Werth $= 125^{\circ} 37' 36''$.

Viele der kleinen Krystalle sind, wie schon oben bemerkt wurde, sehr genau gemessen worden, doch werden für die größte Zahl der Flächen, nach diesen Messungen, zu complicirte Ausdrücke erhalten. Ich bin übrigens der Meinung, daß eine solche Complicität den Chloritkrystallen von der Achmatowschen Grube eigen ist, und daß sie sich vielleicht noch auf alle Krystalle ähnlicher Mineralien ausbreitet, denn es finden sich hier eine Menge Flächen in der horizontalen Zone, die in dem Neigungswinkel zur

geraden Endfläche oft nur durch eine höchst geringe Größe differiren. Es ist bekannt, daß von diesem Umstand die Fals-ähnliche Form der Chloritkrystalle herrührt.

Der Krystall No. 9 stellt eine der Fig. 19 Taf. III. ähnliche Combination dar, d. h. er besteht aus Rhomboëdern der ersten Art, unter denen das durch *o* bezeichnete Rhomboëder als herrschende Form erscheint. Die Flächen des Rhomboëders *o* sind zur geraden Endfläche unter dem uns schon bekannten Winkel von $113^{\circ} 58'$ geneigt. An diesem Krystalle sind noch die Flächen des Gegen-Rhomboëders sichtbar, die durch *o'* bezeichnet sind. Daher scheint es mir am geeignetsten als Hauptform für den Chlorit von Achmatowsk das Rhomboëder *o* anzunehmen, denn die Neigung seiner Flächen zu der geraden Endfläche ist mit hinlänglicher Genauigkeit bestimmt worden bei der Messung des Krystalls No. 1. Bei dieser Annahme für die Hauptform des Chlorits läßt sich folgendes Axenverhältniß berechnen:

$$a : b : b : b = 1,94818 : 1 : 1 : 1.$$

In vielen der kleinen Krystalle sind die Flächen des Hauptrhomboëders *o* bemerkbar. Auf diese Weise wurde ihr Neigungswinkel zur geraden Endfläche auch in den Krystallen No. 3, 6, 7, 8 und 12 bestimmt. Oft trifft es sich, daß die Flächen beider Rhomboëder *o* und *o'*, d. h. $+R$ und $-R$ (nach Naumann) und anderer Rhomboëder, einer und derselben Art aber verschiedener Ordnungen, in gleichem Maasse entwickelt sind, woher denn die gerade Endfläche nicht mehr dreieckig, sondern als regelmäßiges Sechseck erscheint und der Krystall selbst mehr ein pyramidales als rhomboëdrisches Ansehen hat.

Im Krystall No. 7, dessen gerade Endfläche die Form eines regelmäßigen Sechsecks hat, woher denn auch der Krystall die Form einer sechsseitigen Pyramide annimmt, war die eine zweier benachbarter Flächen (d. h. in zwei verschiedenen benachbart liegenden Horizontal-Zonen) dieser Pyramide zu der geraden Endfläche unter einem Winkel von $113^{\circ} 58'$ (folglich die Fläche *o* der Figur) geneigt,

die andere aber unter dem Winkel von $107^{\circ} 55'$. Die Neigung dieser beiden Flächen zu einander ist auch von mir bestimmt worden und ich fand den Winkel $= 124^{\circ} 3\frac{1}{2}'$. Diese drei Messungen sind mit der erwünschten Genauigkeit vollzogen worden und da das reflectirte Bild sehr scharf begränzt erschien, so muß man auch die erhaltenen Resultate als sehr sich der Wirklichkeit nähernde betrachten. Wenn man die zweite Fläche mit der Fläche der Grundform vergleicht, so läßt sich für dieselbe folgender Ausdruck berechnen:

$$\frac{1}{8} R = 1 \frac{3}{8} R.$$

Bei dieser Voraussetzung lassen sich durch Rechnung folgende Werthe finden:

$$\begin{aligned} \frac{1}{8} R : 0 R &= 107^{\circ} 54' 57'' \\ - \frac{1}{8} R : + R &= 124^{\circ} 2' 5''. \end{aligned}$$

Hier muß ich bemerken, daß in demselben Krystalle, sowie in vielen anderen, die Flächen, welche dieselbe Lage wie $\frac{1}{8} R$ hatten, zur geraden Endfläche unter einem Winkel $= 108^{\circ} 10'$ geneigt waren. Ich vermute, daß die letzteren Flächen einem anderen Rhomboëder angehören.

An demselben Krystalle hatten die Flächen der Rhomboëder der ersten Art zur geraden Endfläche folgende Neigungswinkel:

$$\begin{aligned} c : P &= 102^{\circ} 30' - 102^{\circ} 35' \\ s : P &= 118^{\circ} 10' \end{aligned}$$

wenn man die Fläche c als zum ersten, schärferen Rhomboëder gehörig betrachtet, d. h.

$$c = 2R$$

so erhält man durch Rechnung:

$$c : P = 102^{\circ} 31' 53''.$$

Jedoch muß ich hier wieder bemerken, daß dieser Winkel nur an einer Anzahl von Krystallen gemessen worden. In den Krystallen No. 3 und No. 16, waren die Flächen, welche dieselbe Lage hatten, ziemlich genau gemessen.

sen worden und es stellte sich bei ihnen zur geraden Endfläche ein Neigungswinkel:

$$102^{\circ} 6'$$

heraus. Wenn man folglich für sie annimmt:

$$\frac{2}{3} R = 2\frac{1}{3} R (?)$$

(dieser Ausdruck ist gewifs zu complicirt), so findet man durch Rechnung:

$$\frac{2}{3} R : 0 R = 102^{\circ} 4' 52''.$$

Ferner nimmt man

$$s = \frac{5}{6} R,$$

so berechnet sich:

$$s : P = 118^{\circ} 4' 38''^1).$$

Im Krystalle No. 2 finden sich die Flächen y (Fig. 18 und Fig. 18 bis, Taf. III.) des Rhomboëders zweiter Art, d. $= \frac{1}{4} (mP2)^2$. Die Neigungswinkel einer dieser Flächen zur geraden Endfläche, der obern und untern Hälfte des Krystalls, war ziemlich genau bestimmt worden. Es wurden dabei folgende Größen erhalten:

$$y : P = \begin{cases} 105^{\circ} 55' \\ 74^{\circ} 7' \end{cases}$$

folglich sind diese beiden Messungen so ziemlich übereinstimmend. Wenn man annimmt:

$$y = \frac{1}{4} (\frac{9}{5} P2) = \frac{1}{4} (1\frac{4}{5} P2)$$

so lassen sich folgende Werthe berechnen:

$$y : P = \begin{cases} 105^{\circ} 55' \\ 74^{\circ} 5' \end{cases}$$

Im Krystall No. 12 bestimmte ich einige Winkel ziemlich gut. Auf diese Weise sind, aufser den uns schon bekannten Winkeln, noch fernere bestimmt worden. Der Neigungswinkel einer Fläche des Rhomboëders zweiter Art zur geraden Endfläche, sowie die Neigung der Fläche dieses Rhomboëders zur anliegenden Fläche des Haupt-

1) An einigen Krystallen fand ich, daß die Flächen, welche dieselbe Lage wie s hatten, mit der geraden Endfläche einen Neigungswinkel $= 118^{\circ} 25' - 118^{\circ} 36'$ bildeten.

2) Wenn man die Krystallisation des Chlorits als zur rhomboëdrischen Tetartoëdrie gehörig annimmt.

rhomboëders, mit derselben nicht in einer und derselben horizontalen Zone liegend. Für den ersten dieser Winkel wurde durch Messung der Werth $= 103^{\circ} 55' - 104^{\circ} 0'$ bestimmt und für den zweiten $= 150^{\circ} 0'$. Wenn man in Uebereinstimmung mit diesen Messungen den, der Fläche entsprechenden Werth berechnet, so erhält man einen sehr complicirten Ausdruck, namentlich:

$$\frac{1}{4} \left(\frac{27}{13} P2 \right) = \frac{1}{4} (2 \frac{1}{13} P2) (?)$$

Auf dem ersten Blick hin scheint es, als ob ein so zusammengesetzter Ausdruck für die Fläche nicht existiren könne, und dafs man eher die Gröfse $= \frac{1}{4} (2 P2)$ annehmen mufs: doch wird durch die weiteren Berechnungen ersichtlich, dafs die letzte einfachere Gröfse für die Fläche nicht in Anwendung gebracht werden kann. Wenn man, wie es wirklich bei der obigen Berechnung geschehen ist, für die Fläche den Werth $= \frac{1}{4} \left(\frac{27}{13} P2 \right)$ gelten läfst, so erhält man durch Rechnung:

$$\frac{1}{4} \left(\frac{27}{13} P2 \right) : 0R = 103^{\circ} 52' 56'',$$

gleichfalls erhält man nach den Formeln für das sphärische Dreieck, wenn man den Flächen-Winkel des Dreiecks $= 150^{\circ} 0'$ und die übrigen Winkel $= 113^{\circ} 58'$ und $103^{\circ} 52' 56''$ annimmt, folgenden Werth:

$$\frac{1}{4} \left(\frac{27}{13} P2 \right) : R = 149^{\circ} 57' 40''$$

d. h. eine Gröfse, die sich von der, durch unmittelbare Messung erhaltenen, nur durch $2 \frac{1}{4}$ Minuten unterscheidet. Wenn wir hingegen für die Fläche den Werth $\frac{1}{4} (2 P2)$ beibehalten, so erhalten wir zwar für den Neigungswinkel von dieser Fläche zur Fläche des Hauptrhomboëders eine Gröfse, die der durch Messung gefundenen nahe steht, namentlich $150^{\circ} 10'$, doch entfernt sich desto mehr der Neigungswinkel dieser Fläche zur Basis von dem durch Messung bestimmten. In dem letzten Falle erhält man namentlich $104^{\circ} 23' 40''$ d. h. einen Winkel, der von dem durch Messung gefundenen, fast um $\frac{1}{2}$ Grad differirt. Eine solche Differenz kann jedoch keineswegs zugelassen werden, da die Messungen sehr genau vollzogen werden.

In

An demselben Krystall war eine Fläche des Rhomboëders der ersten Art zur geraden Endfläche unter einem Winkel $= 119^{\circ} 5'$ bis $119^{\circ} 12'$ geneigt. Für diese Fläche wird der Ausdruck

$$\frac{4}{3}R$$

berechnet. Und bei dieser Voraussetzung erhält man ferner durch Berechnung:

$$\frac{4}{3}R : 0R = 119^{\circ} 3' 33''.$$

An diesem Krystalle ist eine Fläche des Rhomboëders gleichfalls erster Art zur geraden Endfläche unter einem Winkel von $106^{\circ} 20'$ geneigt. Wenn man für dieselbe den Werth

$$\frac{3}{2}R = 1\frac{1}{2}R$$

setzt, so findet man durch Rechnung:

$$\frac{3}{2}R : 0R = 106^{\circ} 30' 27''.$$

Am Krystall No. 3 wurden aufser mehren, uns schon bekannten Neigungswinkeln, noch folgende durch Messung bestimmt, wenn auch nicht mit so grofser Genauigkeit wie an den übrigen Krystallen. Auf diese Weise erhielt ich:

$$t : P = 117^{\circ} 30'$$

$$s : P = 118 \quad 10'$$

$$f : o = 144 \quad 44'$$

$$g : P = 90 \quad 0'.$$

Die Flächen t und s liegen übereinander in einer und derselben verticalen Zone (Fig. 19 Taf. III).

Wenn man annimmt:

$$t = \frac{4}{3}R, \quad \text{so erhält man durch Rechnung } t : P = 117^{\circ} 24' 54''$$

$$f = \frac{1}{3}R = 2\frac{1}{3}R, \quad \text{„ „ „ „ „ } f : P = 101 \quad 25 \quad 24$$

$$\text{aus Messungen } f : o \text{ und } o : P \text{ erhält man } f : P = 101 \quad 18$$

$$f : o = 144 \quad 37 \quad 35$$

Am Krystall No. 9, welcher der Fig. 19 ähnlich sah, sind die Flächen der Hauptform prädominirend. Aufser den Neigungswinkeln von $o : P$, $c : s$, $s : P$, $c : P$ und $\frac{1}{3}R : 0R$, welche uns bekannt sind, wurde an demselben noch annäherungsweise der Neigungswinkel des Rhomboëders zweiter Art z zur geraden Endfläche bestimmt. Auf diese Weise wurde erhalten:

$$z : P = 125^{\circ} 0' \text{ bis } 125^{\circ} 15'.$$

Wenn man annimmt:

$$z = \frac{1}{4} \left(\frac{8}{11} P2 \right),$$

so läßt sich berechnen:

$$z : P = 125^\circ 12' 50''.$$

Am Krystall No. 8 wurde unter anderem auch der Neigungswinkel der Fläche eines Rhomboëders erster Art zur geraden Endfläche durch Messung bestimmt und $= 115^\circ 0'$ gefunden. Wenn man für diese Fläche den Ausdruck annimmt:

$$\frac{19}{20} R \text{ (?)}$$

so erhält man durch Rechnung:

$$\frac{19}{20} R : 0 R = 115^\circ 4' 30''.$$

Am Krystall No. 15 wurde unter anderem ziemlich genau die Neigung der Fläche eines Rhomboëders erster Art zur geraden Endfläche bestimmt und $= 115^\circ 50' - 116^\circ 58'$ gefunden. Wenn man für diese Fläche den Ausdruck:

$$\frac{7}{8} R$$

annimmt, so läßt sich berechnen:

$$\frac{7}{8} R : 0 R = 116^\circ 55' 56''.$$

An diesem Krystalle war die Fläche eines anderen Rhomboëders erster Art zur geraden Endfläche unter einem Winkel $= 107^\circ 30'$ geneigt. Wenn man für diese letzte den Werth

$$\frac{7}{3} R = 1\frac{2}{3} R$$

setzt, so findet man durch Rechnung:

$$\frac{7}{3} R : 0 R = 107^\circ 36' 57''.$$

Wenden wir uns jetzt zu den großen Chlorit-Krystallen von Achmatowsk, die zu Messungen größtentheils untauglich sind, deren wir aber am Anfang der Abhandlung Erwähnung thaten. Ich war aber so glücklich einige solcher Krystalle habhaft zu werden, in denen einige Winkel annäherungsweise mittelst des Reflexionsgoniometers bestimmt werden konnten. Besonders konnten an einem dieser Krystalle, der in Fig. 18 und 18 bis abgebildet ist, einige Neigungswinkel ziemlich bequem gemessen werden.

Es ist zu bemerken, daß im Allgemeinen alle großen Krystalle des Chlorits von der Achmatowschen Grube, an denen eine symmetrische Vertheilung der Flächen wahrzunehmen ist, eine der Fig. 18 und 18 bis ähnliche Bildung besitzen.

Auf dem ersten Blick hin kann man annehmen, daß diese Krystalle eine Combination von Rhomboëdern erster Art mit Hexagonalpyramiden zweiter Art sind, ähnlich den Combinationen des Eisenglanzes. Jedoch bei näherer Untersuchung erweist es sich, daß sie eher den Krystallen des Titaneisen von Oisans, als den Krystallen des Eisenglanzes gleichen. Am Krystall Fig. 18 wurde durch Messung gefunden

$o : P = 113^{\circ} 58'$	} annäherungsweise Messung.
$v : P = 113 \quad 10$	
$e : P = 110 \quad 20 \text{ bis } 30$	
$e : o = 124^{\circ} 45'$	} ziemlich genaue Messung.
$e : v = 152 \quad 7$	
$v : o = 152 \quad 25$	

Wenn man die Flächen e und v mit unserer Hauptform o vergleicht, so erhält man:

$$e = \frac{6}{5} R$$

$$v = \frac{1}{4} \left(\frac{6}{5} P 2 \right)$$

und bei dieser Voraussetzung findet man ferner durch Rechnung:

$$v : P = 113^{\circ} 9' 32''$$

$$e : P = 110 \quad 19 \quad 37$$

$$e : o = 124 \quad 43 \quad 5$$

$$e : v = 152 \quad 2 \quad 50$$

$$v : o = 152 \quad 32 \quad 25$$

d. h. Größen, die den durch unmittelbare Messung gefundenen sehr nahe stehen.

Da an allen großen Krystallen die Fläche v , sowie die ihnen ähnlichen, keine hexagonalen Pyramiden zweiter Art sondern Rhomboëder zweiter Art bilden, so ist es augenscheinlich, daß die Krystalle des Chlorits einen höchst sel-

tenen Fall der *rhomboëdrischen Tetartoëdrie* des Hexagonalsystems bilden.

An einem anderen der erwähnten großen Krystalle, der sich durch seine vollkommene Symmetrie auszeichnete, konnte ich nur annähernde Messungen vornehmen. An demselben waren folgende Formen vereinigt: $P=0R$, $o=R$, $e=\frac{6}{5}R$, $v=\frac{1}{4}(\frac{6}{5}P2)$, $\frac{1}{4}(\frac{7}{5}P2)$, $x=\frac{1}{4}(\frac{13}{5}P2)$.

Bei diesen Voraussetzungen lassen sich folgende Neigungswinkel berechnen:

$$\frac{1}{4}(\frac{7}{5}P2):0R=110^{\circ} 8' 7''$$

$$x:P=102 \quad 4 \quad 20.$$

Unter anderem fand ich auch an einem der großen Krystalle, nach einer annähernden Messung, daß die Fläche des Rhomboëders zweiter Art zur geraden Endfläche einen Neigungswinkel = gegen $108^{\circ} 50'$ hatte. Wenn man für diese Größe den Ausdruck setzt $=\frac{1}{4}(\frac{3}{2}P2)$ (?), so erhält man durch Rechnung:

$$\frac{1}{4}(\frac{3}{2}P2):0R=108^{\circ} 53' 27''.$$

Gleichfalls wurde vermittelt einer, annäherungsweise vollzogenen Messung gefunden, daß die Fläche des Rhomboëders zweiter Art, die mit der vorigen in einer und derselben verticalen Zone lag, zur geraden Endfläche unter einem Winkel = gegen $79^{\circ} 0'$ (Supl. = $101^{\circ} 0'$) geneigt war. Wenn man für diese Fläche das Zeichen

$$\frac{1}{4}(\frac{13}{5}P2)=\frac{1}{4}(2\frac{3}{5}P2) \quad (?)$$

annimmt, so findet man durch Rechnung:

$$\frac{1}{4}(\frac{13}{5}P2):0R=10^{\circ} 10' 5''.$$

Außer allen oben angeführten Neigungswinkeln, hatte ich Gelegenheit noch viele andere zu messen, die hier anzuführen ich für überflüssig halte, da die Messungen größtentheils nur annäherungsweise ausgeführt wurden. Unter anderem fand ich ziemlich oft, daß die Flächen der Rhomboëder erster Art zur geraden Endfläche unter den Winkeln: $113^{\circ} 36'$ und $114^{\circ} 20'$ bis $114^{\circ} 40'$ geneigt waren. Ich führe diesen Umstand hier deshalb an, damit auch andere Beobachter solche Flächen nicht mit den Flächen o

unserer Hauptform des Chlorits von Achmatowsk verwechseln möchten.

Schliesslich muß ich noch bemerken, daß alle Flächen der Rhomboëder erster Art sehr breit sind, und sie es sind, welche die sechsseitige Figur der geraden Endfläche bedingen. — Die Flächen der Rhomboëder zweiter Art sind im Gegentheil weit schmaler als die vorigen.

Die Flächen der Rhomboëder erster Art sind größtentheils mit mehr oder minder beträchtlichen horizontalen Streifen bedeckt und erscheinen nur selten vollkommen glänzend, woher ihr Aeußeres einen besonderen Charakter erhält, wonach dieselben manchmal von den Flächen der Rhomboëder zweiter Art, die größtentheils glatt und glänzend erscheinen, unterschieden werden können.

Jetzt wollen wir die Formen des Chlorits von Schwarzenstein (des Ripidoliths nach Kobell), des Ripidoliths vom St. Gotthard und von anderen Localitäten (des Chlorits nach Kobell), des Lophoits (Breithaupt), des Pennins und Kämmererits (des Rhodochroms nach Gustav Rose) mit unserer Hauptform *o* (siehe Figuren) des Chlorits aus der Achmatowschen Grube vergleichen.

1) Hr. Prof. Gustav Rose ¹⁾ nimmt im Chlorit vom Zillerthal ein Rhomboëder an, dessen Flächen nach seinen Messungen zur geraden Endfläche unter einem Winkel von $104^{\circ} 10'$ bis $104^{\circ} 20'$ geneigt sind. In Folge dessen kann man im Mittel $104^{\circ} 15'$ annehmen. Wenn man für diese Fläche den Werth:

$$\frac{7}{4}R = 1\frac{3}{4}R$$

setzt, so erhält man durch Rechnung:

$$\frac{7}{4}R : 0R = 104^{\circ} 15' 10''.$$

Hr. Prof. v. Kobell ²⁾ nimmt für den Chlorit von der

1) G. Rose, Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meere. 2. Bd., S. 127.

2) v. Kobell, Charakteristik der Mineralien. Erste Abtheil. 1830, S. 203.

v. Kobell, Grundzüge der Mineralogie. 1838, S. 220.

v. Kobell, Kastner's Archiv. XII, S. 29.

C. F. Naumann. Elemente der Mineralogie. 1846, S. 341.

Achmatowschen Grube (Ripidolith nach v. Kobell) als Hauptform eine Hexagonalpyramide an, deren Flächen in den Seitenkanten und mit der geraden Endfläche einen Winkel $= 120^{\circ} 0'$ bilden. Hr. Prof. Hausmann ¹⁾ vergleicht die von Hrn. Prof. G. Rose im Chlorit vom Zillerthal gemessene Fläche (für welche wir oben den Werth $\frac{1}{4}R$ bestimmt haben) mit der von Hrn. v. Kobell angegebenen Fläche ($120^{\circ} 0'$ Neigung) und berechnet einen Neigungswinkel $= 104^{\circ} 23' 30''$. Wenn man aber voraussetzt, daß die von Hrn. Prof. v. Kobell vollzogene Messung nicht annäherungsweise, sondern genau vorgenommen worden ist, so erhält man, beim Vergleich der Fläche der Hexagonalpyramide des Hrn. v. Kobell ($120^{\circ} 0'$ Neigung) mit der Fläche unserer Hauptform o , keinen einfachen Ausdruck. Wenn man jedoch annimmt, daß diese Fläche, im Vergleich mit unserer Hauptform o , der Fläche des Rhomboëders zweiter Art: $\frac{1}{4}(\frac{8}{9}P2)$ (?) entspricht, so erhält man durch Rechnung:

$$\frac{1}{4}(\frac{8}{9}P2) : OR = 120^{\circ} 0' 18''.$$

Wenn man ferner den Neigungswinkel der Fläche des Rhomboëders zweiter Art $= \frac{1}{4}(2P2)$ zur geraden Endfläche berechnet, so erhält man:

$$\frac{1}{4}(2P2) : OR = 104^{\circ} 23' 40''$$

d. h. einen Winkel, der mit dem von Hrn. Prof. Hausmann berechneten Neigungswinkel zur Basis fast übereinstimmend ist.

Hr. Descloizeaux ²⁾ fand am Chlorit vom Zillerthal, daß die Flächen einer der Hexagonalpyramiden geneigt sind: in den Endkanten unter einem Winkel $= 132^{\circ} 40'$ und in den Seitenkanten unter dem Winkel $= 106^{\circ} 50'$. Folglich beträgt der Neigungswinkel der Flächen dieser Pyramide zur geraden Endfläche $= 126^{\circ} 35'$. Wenn man

1) Hausmann, Handb. der Mineralogie. Zweiter Theil, 1. Bd. S. 855.

2) Naumann, Elemente der Mineralogie. 1846, S. 341.

Hausmann, Handb. der Mineralogie. Zweiter Theil. Erster Band. 1847, p. 857.

annimmt, daß die Flächen der Pyramide des Hrn. Descloizeaux, hinlänglich unserer Hauptform σ , dem Ausdruck:

$$\frac{3}{5}R$$

entsprechen, so erhält man durch Rechnung:

$$\frac{3}{5}R:OR = 126^{\circ} 32' 3''$$

ferner lassen sich für diese Pyramide noch folgende Winkel berechnen: $132^{\circ} 37' 28''$ und $106^{\circ} 55' 52''$.

Hr. Prof. Breithaupt¹⁾ nimmt als Hauptform für den Chlorit (Ripidolith nach v. Kobell) ein Rhomboëder an, dessen Flächen in den Endkanten unter einem Winkel $= 106^{\circ} 16' 15''$ geneigt sind, und zur geraden Endfläche eine Neigung $= 136^{\circ} 9' 17''$ haben. Wenn man annimmt, daß dieses Rhomboëder durch:

$$\frac{3}{7}R$$

ausgedrückt wird, so erhält man durch Rechnung:

$$\frac{3}{7}R:OR = 136^{\circ} 2' 50''.$$

Hr. Prof. Breithaupt²⁾ nimmt beim Lophoit eine Hexagonalpyramide an, deren Flächen zur geraden Endfläche unter einem Winkel $= 105^{\circ} 14'$ bis $105^{\circ} 25'$ geneigt sind. Hr. Prof. Hausmann³⁾ vergleicht die Fläche dieser Pyramide mit der Fläche der Pyramide des Hrn. Descloizeaux (mit den Neigungen von $132^{\circ} 40'$ und $106^{\circ} 50'$) und berechnet den Neigungswinkel zur geraden Endfläche $= 105^{\circ} 33'$. Wenn man annimmt, daß der Werth für die Form des Lophoits gleich:

$$\frac{8}{3}R$$

sey, so läßt sich daraus berechnen:

$$\frac{8}{3}R:OR = 105^{\circ} 31' 37''.$$

2) Die Krystallformen des Pennins können gleichfalls

- 1) Breithaupt, Vollst. Handb. der Mineralog. 1841. Zweiter Band, S. 378.
- 2) Breithaupt, Vollst. Handb. der Mineralog. 1841. Zweiter Band, S. 381.
- 3) Hausmann, Handb. der Mineralogie. 1847. Zweiter Theil, Erster Band, S. 858.

aus unserer Hauptform o' des Chlorits von Achmatowsk abgeleitet werden.

Hr. Prof. Fröbel ¹⁾ hat bei der Messung mit Hülfe des Anlegegoniometers gefunden, daß der Neigungswinkel der Fläche eines Rhomboëders des Pennins zur geraden Endfläche $= 99^{\circ} 0'$ betrage. Nach diesem Winkel läßt sich folgender Werth berechnen:

$$\frac{1}{3}R = 2\frac{1}{3}R (?)$$

und ferner:

$$\frac{1}{3}R : 0R = 99^{\circ} 1' 16''.$$

Da jedoch die Messung nur annäherungsweise vollzogen worden ist, so kann man freilich nicht vollkommen davon überzeugt seyn, ob es wirklich das Rhomboëder $\frac{1}{3}R$ sey. Genauere Messungen der Penninkrystalle verdanken wir Hrn. Descloizeaux ²⁾, der in diesem Minerale das spitze Rhomboëder mit einem Neigungswinkel in den Endkanten $= 63^{\circ} 15'$ und in den Seitenkanten $= 116^{\circ} 45'$ bestimmte. Folglich beträgt die Neigung der Fläche des Rhomboëders zur geraden Endfläche $= 100^{\circ} 30' 40''$. Wenn wir für das Penninrhomboëder des Hrn. Descloizeaux das Zeichen:

$$\frac{1}{3}R = 2\frac{2}{3}R$$

annehmen, so findet man durch Rechnung:

$$\frac{1}{3}R : 0R = 100^{\circ} 29' 37''.$$

3) Was den Kämmererit (Rhodochrom nach Gustav Rose, Kämmererit nach Nordenskiöld) anbelangt, so ist es mir möglich gewesen einige Krystalle desselben mit hinlänglicher Genauigkeit zu messen. Die Resultate dieser Messung sind von mir schon in den Verhandlungen der kaiserl. Russisch. Mineralogischen Gesellschaft mitgetheilt worden ³⁾, woher ich denn an diesem Orte nur einiges über die Größe der Winkel anzuführen gedenke und die

1) Pogg. Ann. Bd. 50, S. 524.

2) *Marignac et Descloizeaux, Biblioth. univ. de Genève. Janv. 1844. — Ann. de chim. 3. Sér. T. X. p. 427.*

3) Verhandlungen der kaiserl. Russisch. Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg. Jahrg. 1848 und 1849 S. 18.

Krystalle des Kämmererit mit denen des Chlorits von Achmatowsk vergleichen werde. Durch die Güte des Hrn. Kämmerer erhielt ich drei kleine Krystalle dieses Minerals, (die in der oben angeführten Abhandlung in der kaiserl. Russisch. Mineralogischen Gesellschaft mit No. 1, No. 2 und No. 3 bezeichnet sind), welche zu einer Messung sehr geeignet waren. Zwei angränzende Flächen der Hexagonalpyramide und die gerade Endfläche eines dieser Krystalle (No. 1) waren sehr glatt und glänzend, so daß sie der Messung, vermittelt des Mitscherlich'schen Reflexions-Goniometers, unterworfen werden konnten. Eine der Flächen der Pyramide hatte zur geraden Endfläche eine Neigung $= 95^{\circ} 34'$ (das Mittel aus 6 Messungen, die vermittelt einer besonderen Einstellung des Krystalls am Goniometer vollzogen wurden). Die andere, angränzende Fläche der Pyramide war zur geraden Endfläche unter einem Winkel $= 95^{\circ} 16'$ geneigt; die beiden angränzenden Flächen der Hexagonalpyramide aber bildeten unter einander einen Winkel $= 120^{\circ} 19\frac{1}{4}'$. Obgleich ich einige Mal die Messung des Winkels, den die zweite Fläche der Pyramide mit der geraden Endfläche bildete, wiederholte und wiewohl das reflectirte Bild sehr deutlich erschien, so erhielt ich doch für diesen Winkel beständig den Werth von $95^{\circ} 16'$. Da der Fehler bei der Messung, meinem Gutachten nach, nicht mehr als 5 Minuten betragen kann, so ist es möglich, daß beide angeführten Flächen zwei verschiedenen Rhomboëdern angehören, obgleich die Differenz der Winkel nicht mehr als 18 Minuten beträgt. Wenn man, nach den Formeln des sphärischen Dreiecks, die gegenseitige Neigung dieser Flächen berechnet (indem man den ebenen Winkel des sphärischen Dreiecks $= 120^{\circ} 0'$, die übrigen Winkel aber $= 95^{\circ} 34'$ und $95^{\circ} 16'$ annimmt), so erhält man einen Winkel $= 120^{\circ} 19' 48''$, d. h. einen Winkel, der mit dem durch Messung erhaltenen vollkommen übereinstimmend ist. Es ist wahr, daß, wenn man beide Winkel des sphärischen Dreiecks $= 95^{\circ} 34'$ setzt, (wie ich es in der Abhandlung über die Krystalle des

Kämmererits gethan habe) man gleichfalls einen Winkel erhält, welcher der durch Messung erhaltenen Gröfse sehr nahe kommt, nämlich $= 120^{\circ} 18' 42''$; jedoch war die Differenz bei den vorigen Winkeln am Goniometer sehr bemerkbar. Wenn wir die Form r (Fig. 22), die ich beim Kämmererit¹⁾ als Hauptform angenommen habe, mit unserer Hauptform o des Chlorits von Achmatowsk vergleichen, so erhalten wir den Werth:

$$r = \frac{2}{3} R = 4 \frac{2}{3} R,$$

bei dieser Voraussetzung erhält man durch Rechnung:

$$r : P = 95^{\circ} 31' 12''.$$

Am zweiten Kämmereritkrystalle (No. 2) war ziemlich genau (wenn auch nicht in dem Grade wie an dem vorigen) die Neigung der Fläche m (Fig. 22) zur geraden Endfläche der obern und untern Hälfte des Krystalls bestimmt. Dabei erhielt man:

$$m : P = \begin{cases} 94^{\circ} 0' \\ 86^{\circ} 0' \end{cases}.$$

Wenn man setzt:

$$m = \frac{2}{3} R = 6 \frac{2}{3} R$$

so erhält man durch Rechnung:

$$m : P = \begin{cases} 93^{\circ} 58' 24'' \\ 86^{\circ} 1' 36'' \end{cases}.$$

Am dritten Krystall des Kämmererit (No. 3) hatte eine der Flächen der Pyramide, nach einer nur annähernden Messung, zur geraden Endfläche einen Neigungswinkel gegen $108^{\circ} 58'$ bis $109^{\circ} 8'$. Wenn man diese Fläche für den Ausdruck:

$$\frac{2}{3} R = 1 \frac{2}{3} R \text{ annimmt,}$$

so erhält man durch Rechnung:

$$\frac{2}{3} R : 0 R = 109^{\circ} 4' 22''.$$

Aus allem Angeführten ist ersichtlich, dafs die Krystalle der genannten Mineralien in einer innigen Verbindung stehen und dafs, wenn bei der Ableitung des einen aus

1) Verhandl. der kaiserl. Russ. Mineralog. Gesellsch. zu St. Petersburg Jahrg. 1848—1849 S. 18.

dem anderen nicht ganz einfache Ausdrücke erhalten werden, dieses wohl in der Natur der Mineralien selbst seinen Grund hat.

Wenn wir alle Ausdrücke und Neigungswinkel der Flächen an den oben beschriebenen Formen zusammenfassen, so erhalten wir:

Am Chlorit und Ripidolith.

	Nach Weifs.	Nach Naumann.
$P =$	$(a : \infty b : \infty b : \infty b)$	$0 R$
	$\frac{1}{2} (\frac{3}{7} a : b : b : \infty b)$	$\frac{3}{7} R$
	$\frac{1}{2} (\frac{3}{8} a : b : b : \infty b)$	$\frac{3}{8} R$
	$\frac{1}{2} (\frac{4}{5} a : b : b : \infty b)$	$\frac{4}{5} R$
$s =$	$\frac{1}{2} (\frac{5}{6} a : b : b : \infty b)$	$\frac{5}{6} R$
$t =$	$\frac{1}{2} (\frac{6}{7} a : b : b : \infty b)$	$\frac{6}{7} R$
	$\frac{1}{2} (\frac{7}{8} a : b : b : \infty b)$	$\frac{7}{8} R$
$(?) \dots$	$\frac{1}{2} (\frac{19}{20} a : b : b : \infty b)$	$\frac{19}{20} R$
$o =$	$\frac{1}{2} (a : b : b : \infty b)$	R
$e =$	$\frac{1}{2} (\frac{6}{5} a : b : b : \infty b)$	$\frac{6}{5} R$
	$\frac{1}{2} (\frac{11}{5} a : b : b : \infty b)$	$\frac{11}{5} R$
	$\frac{1}{2} (\frac{7}{5} a : b : b : \infty b)$	$\frac{7}{5} R$
	$\frac{1}{2} (\frac{3}{2} a : b : b : \infty b)$	$\frac{3}{2} R$
	$\frac{1}{2} (\frac{3}{5} a : b : b : \infty b)$	$\frac{3}{5} R$
	$\frac{1}{2} (\frac{7}{4} a : b : b : \infty b)$	$\frac{7}{4} R$
$c =$	$\frac{1}{2} (2 a : b : b : \infty b)$	$2 R$
$(?) \dots$	$\frac{1}{2} (\frac{27}{13} a : b : b : \infty b)$	$\frac{27}{13} R$
$f =$	$\frac{1}{2} (\frac{11}{5} a : b : b : \infty b)$	$\frac{11}{5} R$
$g =$	$(\infty a : b : b : \infty b)$	∞R
$\pi =$	$\frac{1}{2} (\frac{8}{11} a : b : 2b : 2b)$	$\frac{1}{4} (\frac{8}{11} P2)$
$(?) \dots$	$\frac{1}{2} (\frac{8}{9} a : b : 2b : 2b)$	$\frac{1}{4} (\frac{8}{9} P2)$
$v =$	$\frac{1}{2} (\frac{5}{8} a : b : 2b : 2b)$	$\frac{1}{4} (\frac{5}{8} P2)$
	$\frac{1}{2} (\frac{7}{5} a : b : 2b : 2b)$	$\frac{1}{4} (\frac{7}{5} P2)$
$(?) \dots$	$\frac{1}{2} (\frac{3}{2} a : b : 2b : 2b)$	$\frac{1}{4} (\frac{3}{2} P2)$
$y =$	$\frac{1}{2} (\frac{9}{5} a : b : 2b : 2b)$	$\frac{1}{4} (\frac{9}{5} P2)$
$(?) \dots$	$\frac{1}{2} (\frac{27}{13} a : b : 2b : 2b)$	$\frac{1}{4} (\frac{27}{13} P2)$
$x =$	$\frac{1}{2} (\frac{12}{5} a : b : 2b : 2b)$	$\frac{1}{4} (\frac{12}{5} P2)$
	$\frac{1}{2} (\frac{13}{5} a : b : 2b : 2b)$	$\frac{1}{4} (\frac{13}{5} P2)$

Am Pennin.

$$\frac{1}{2} \left(\frac{12}{5} a : b : b : \infty b \right) \quad \frac{12}{5} R$$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{14}{5} a : b : b : \infty b \right) \quad \frac{14}{5} R$$

Am Kämmererit.

$$\frac{1}{2} \left(\frac{9}{7} a : b : b : \infty b \right) \quad \frac{9}{7} R$$

$$r = \frac{1}{2} \left(\frac{23}{5} a : b : b : \infty b \right) \quad \frac{23}{5} R$$

$$m = \frac{1}{2} \left(\frac{22}{5} a : b : b : \infty b \right) \quad \frac{22}{5} R.$$

Ferner erhalten wir für die Neigungswinkel:

Am Chlorit.

		Berechnete Winkel.	Gemessene Winkel.
$\frac{9}{7} R$: 0 R	136° 3'	136° 9' 17"
			(Breithaupt)
$\frac{8}{5} R$: 0 R	126 32	126 35
			(Descloizeaux)
$\frac{4}{5} R$: 0 R	119 4	119 5 — 119 12
$s : P = \frac{5}{6} R$: 0 R	118 5	118 10
$t : P = \frac{6}{7} R$: 0 R	117 25	117 30
$\frac{7}{8} R$: 0 R	116 56	116 50 — 116 58
$\frac{19}{20} R$: 0 R	115 5	115 0
$o : P = R$: 0 R	113 58	113 58
$e : P = \frac{6}{5} R$: 0 R	110 20	110 20 — 110 30
$\frac{11}{8} R$: 0 R	107 55	107 55
$\frac{7}{5} R$: 0 R	107 37	107 30
$\frac{9}{2} R$: 0 R	106 30	106 15 — 106 20
$\frac{8}{5} R$: 0 R	105 32	105 14 — 105 25
			(Breithaupt)
$\frac{7}{4} R$: 0 R	104 15	104 10 — 104 20
			(G. Rose)
$c : P = 2 R$: 0 R	102 32	102 30 — 102 35
$\frac{27}{13} R$: 0 R	102 5	102 5
$f : P = \frac{11}{5} R$: 0 R	101 25	101 18
$g : P = \infty R$: 0 R	90 0	90 0
$z : P = \frac{1}{4} \left(\frac{5}{11} P2 \right)$: 0 R	125 13	125 0 = 125 15
$\frac{1}{4} \left(\frac{5}{9} P2 \right)$: 0 R	120 0	120 0

(s. v. Kobell)

	Berechnete Winkel.	Gemessene Winkel.
$v: P = \frac{1}{4} (\frac{6}{5} P2) : 0 R$	113° 10'	113° 10'
$\frac{1}{4} (\frac{7}{5} P2) : 0 R$	110 8	110 10
$\frac{1}{4} (\frac{8}{5} P2) : 0 R$	108 53	108 50
$y: P = \frac{1}{4} (\frac{9}{5} P2) : 0 R$	105 55	105 55
$\frac{1}{4} (\frac{27}{13} P2) : 0 R$	103 53	103 55 — 104° 0'
$x: P = \frac{1}{4} (\frac{12}{5} P2) : 0 R$	102 4	102 10
$\frac{1}{4} (\frac{13}{5} P2) : 0 R$	101 10	101 0 — 101 5'.

Neigungen der benachbarten Flächen von Chlorit, welche nicht in einer und derselben verticalen Zone liegen, unter einander:

	Berechnete Winkel.	Gemessene Winkel.
$o: o' = + R : - R$	125° 38'	125° 38'
$+ R : - \frac{11}{8} R$	124 2	124 3½
$R : \frac{1}{4} (\frac{27}{13} P2)$	149 58	150 0
$+ \frac{11}{8} R : - \frac{5}{8} R$	114 22	124 30
$v: o = \frac{1}{4} (\frac{6}{5} P2) : R$	152 32	152 25
$v: e = \frac{1}{4} (\frac{6}{5} P2) : \frac{6}{5} R$	152 3	152 7
$e: o = - \frac{6}{5} R : + R$	124 43	124 45.

Am Pennia.

	Berechnete Winkel.	Gemessene Winkel.
$\frac{12}{5} R : 0 R$	100° 30'	100° 30' 40"
		(Descloizeaux)
$\frac{14}{5} R : 0 R$	99 1	99 0
		(Froebel).

Am Kämmererit (Rhodochrom).

	Berechnete Winkel.	Gemessene Winkel.
$\frac{9}{7} R : 0 R$	109° 4'	108° 58' — 109° 8'
$r: P = \frac{2}{3} R : 0 R$	95 31	95 34
$r': P$		95 16
$m: P = \frac{22}{3} R : 0 R$	93 58	94 0

Wenn wir die Neigungswinkel der Flächen der Rhomboëder in den Endkanten durch X , in den Seitenkanten durch Z , und den Neigungswinkel der Endkante des Rhomboëders zur Hauptaxe durch α bezeichnen, so erhalten wir:

Am Chlorit.

$$\frac{1}{2}(\frac{2}{3}a:b:b:\infty b) = \frac{2}{3}R.$$

$$X = 106^{\circ} 6' 20''$$

$$Z = 73 \ 53 \ 40$$

$$\alpha = 64 \ 15 \ 50.$$

$$\frac{1}{2}(\frac{3}{2}a:b:b:\infty b) = \frac{3}{2}R.$$

$$X = 91^{\circ} 48' 30''$$

$$Z = 88 \ 11 \ 30$$

$$\alpha = 55 \ 59 \ 6.$$

$$\frac{1}{2}(\frac{4}{3}a:b:b:\infty b) = \frac{4}{3}R.$$

$$X = 81^{\circ} 35' 48''$$

$$Z = 98 \ 24 \ 12$$

$$\alpha = 48 \ 1 \ 2.$$

$$s = \frac{1}{2}(\frac{5}{3}a:b:b:\infty b) = \frac{5}{3}R.$$

$$X = 80^{\circ} 20' 44''$$

$$Z = 99 \ 33 \ 16$$

$$\alpha = 46 \ 51 \ 14.$$

$$t = \frac{1}{2}(\frac{6}{5}a:b:b:\infty b) = \frac{6}{5}R.$$

$$X = 79^{\circ} 30' 50''$$

$$Z = 100 \ 29 \ 10$$

$$\alpha = 46 \ 3 \ 0.$$

$$\frac{1}{2}(\frac{7}{4}a:b:b:\infty b) = \frac{7}{4}R.$$

$$X = 78^{\circ} 54' 52''$$

$$Z = 101 \ 5 \ 8$$

$$\alpha = 45 \ 27 \ 24.$$

$$\frac{1}{2}(\frac{10}{3}a:b:b:\infty b) = \frac{10}{3}R.$$

$$X = 76^{\circ} 40' 6''$$

$$Z = 103 \ 19 \ 54$$

$$\alpha = 43 \ 6 \ 2.$$

$$o = \frac{1}{2}(a:b:b:\infty b) = R.$$

$$X = 75^{\circ} 22' 30''$$

$$Z = 104 \ 37 \ 30$$

$$\alpha = 41 \ 38 \ 20.$$

$$e = \frac{1}{2}(\frac{6}{5}a:b:b:\infty b) = \frac{6}{5}R.$$

$$X = 71^{\circ} 23' 55''$$

$$Z = 108 \ 36 \ 5$$

$$\alpha = 36 \ 32 \ 4.$$

$$\frac{1}{2}(\frac{11}{3}a:b:b:\infty b) = \frac{11}{3}R.$$

$$X = 69^{\circ} 1' 10''$$

$$Z = 110 \ 58 \ 50$$

$$\alpha = 32 \ 53 \ 11.$$

$$\frac{1}{2}(\frac{7}{2}a:b:b:\infty b) = \frac{7}{2}R.$$

$$X = 68^{\circ} 44' 20''$$

$$Z = 111 \ 15 \ 40$$

$$\alpha = 32 \ 24 \ 54.$$

$$\frac{1}{2}(\frac{3}{2}a:b:b:\infty b) = \frac{3}{2}R.$$

$$X = 67^{\circ} 44' 6''$$

$$Z = 112 \ 15 \ 54$$

$$\alpha = 30 \ 39 \ 20.$$

$$\frac{1}{2}(\frac{8}{3}a:b:b:\infty b) = \frac{8}{3}R.$$

$$X = 66^{\circ} 53' 20''$$

$$Z = 113 \ 6 \ 40$$

$$\alpha = 29 \ 3 \ 33.$$

$$\frac{1}{2}(\frac{7}{4}a:b:b:\infty b) = \frac{7}{4}R.$$

$$X = 65^{\circ} 51' 10''$$

$$Z = 114 \ 8 \ 50$$

$$\alpha = 26 \ 55 \ 56.$$

$$c = \frac{1}{2}(2a:b:b:\infty b) = 2R.$$

$$X = 64^{\circ} 34' 18''$$

$$Z = 115 \ 25 \ 42$$

$$\alpha = 23 \ 58 \ 0.$$

$$\frac{1}{2}(\frac{17}{11}a:b:b:\infty b) = \frac{17}{11}R.$$

$$X = 64^{\circ} 15' 36''$$

$$Z = 115 \ 44 \ 24$$

$$\alpha = 23 \ 10 \ 28.$$

$$f = \frac{1}{2} \left(\frac{11}{3} a : b : b : \alpha b \right) = \frac{11}{3} R. \quad \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} a : b : 2b : 2b \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{3}{2} P2 \right).$$

$$X = 63^{\circ} 49' 20'' \quad X = 69^{\circ} 57' 23''$$

$$Z = 116 \quad 10 \quad 40 \quad Z = 110 \quad 2 \quad 37$$

$$\alpha = 22 \quad 0 \quad 16. \quad \alpha = 34 \quad 23 \quad 15.$$

$$z = \frac{1}{2} \left(\frac{11}{3} a : b : 2b : 2b \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{11}{3} P2 \right). \quad \frac{1}{2} \left(\frac{9}{2} a : b : 2b : 2b \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{9}{2} P2 \right).$$

$$X = 89^{\circ} 56' 16'' \quad X = 67^{\circ} 13' 14''$$

$$Z = 90 \quad 3 \quad 44 \quad Z = 112 \quad 46 \quad 46$$

$$\alpha = 54 \quad 41 \quad 6. \quad \alpha = 29 \quad 41 \quad 53.$$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{8}{3} a : b : 2b : 2b \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{8}{3} P2 \right). \quad \frac{1}{2} \left(\frac{27}{2} a : b : 2b : 2b \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{27}{2} P2 \right).$$

$$X = 82^{\circ} 49' 35'' \quad X = 65^{\circ} 33' 56''$$

$$Z = 97 \quad 10 \quad 25 \quad Z = 114 \quad 26 \quad 4$$

$$\alpha = 49 \quad 6 \quad 44 \quad \alpha = 26 \quad 18 \quad 10.$$

$$v = \frac{1}{2} \left(\frac{6}{5} a : b : 2b : 2b \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{6}{5} P2 \right). \quad x = \frac{1}{2} \left(\frac{12}{5} a : b : 2b : 2b \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{12}{5} P2 \right).$$

$$X = 74^{\circ} 27' 20'' \quad X = 64^{\circ} 15' 13''$$

$$Z = 105 \quad 32 \quad 40 \quad Z = 115 \quad 44 \quad 47$$

$$\alpha = 40 \quad 32 \quad 50. \quad \alpha = 23 \quad 9 \quad 32.$$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{7}{2} a : b : 2b : 2b \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{7}{2} P2 \right). \quad \frac{1}{2} \left(\frac{13}{2} a : b : 2b : 2b \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{13}{2} P2 \right).$$

$$X = 71^{\circ} 12' 4'' \quad X = 63^{\circ} 39' 51''$$

$$Z = 108 \quad 47 \quad 56 \quad Z = 116 \quad 20 \quad 9$$

$$\alpha = 36 \quad 15 \quad 8. \quad \alpha = 21 \quad 32 \quad 48.$$

Am Pennin.

$$\frac{1}{2} \left(\frac{12}{5} a : b : b : \alpha b \right) = \frac{12}{5} R. \quad \frac{1}{2} \left(\frac{14}{5} a : b : b : \alpha b \right) = \frac{14}{5} R.$$

$$X = 63^{\circ} 14' 26'' \quad X = 62^{\circ} 24' 40''$$

$$Z = 116 \quad 45 \quad 34 \quad Z = 117 \quad 35 \quad 20$$

$$\alpha = 20 \quad 19 \quad 37. \quad \alpha = 17 \quad 36 \quad 57.$$

Am Kämmererit (Rhodochrom).

$$\frac{1}{2} \left(\frac{9}{2} a : b : b : \alpha b \right) = \frac{9}{2} R. \quad r = \frac{1}{2} \left(\frac{23}{2} a : b : b : \alpha b \right) = \frac{23}{2} R.$$

$$X = 70^{\circ} 8' 0'' \quad X = 60^{\circ} 54' 52''$$

$$Z = 109 \quad 52 \quad 0 \quad Z = 119 \quad 5 \quad 8$$

$$\alpha = 34 \quad 39 \quad 50 \quad \alpha = 10 \quad 56 \quad 21.$$

$$m = \frac{1}{2} \left(\frac{32}{3} a : b : b : \alpha b \right) = \frac{32}{3} R.$$

$$X = 60^{\circ} 28' 32''$$

$$Z = 119 \quad 31 \quad 28$$

$$\alpha = 7 \quad 54 \quad 31.$$

VI. *Ueber den Petalit und Spodumen;*
von C. Rammelsberg.

Es ist gewiss eine bemerkenswerthe Erscheinung, daß die Zusammensetzung des Petalits und Spodumens trotz mehrfacher Analysen bisjetzt noch zu keinen einfachen Ausdrücken geführt hat, da doch die Zahl ihrer Bestandtheile und die Schwierigkeit der Trennung derselben nicht groß zu seyn scheint.

Näheren Anlaß zu vorliegenden Untersuchungen gab die interessante Beobachtung G. Rose's¹⁾, daß das von Breithaupt mit dem Namen *Kastor* bezeichnete Mineral in den Spaltungsverhältnissen mit dem Petalit übereinstimmt, und sich beide nur durch das äußere Ansehen, durch geringe Differenzen im specifischen Gewicht unterscheiden, während auch die chemische Zusammensetzung, abgesehen von dem fehlenden Natrongehalt im Kastor, sehr nahe dieselbe ist, wenigstens wenn man die procentischen Werthe ihrer Bestandtheile ins Auge faßt. G. Rose ist geneigt beide für isomorph zu halten, macht aber zugleich darauf aufmerksam, daß eine neue vergleichende Analyse von ihnen wünschenswerth seyn möchte.

Ist auch die Analyse dieser lithionhaltigen Silikate mit keinen besonderen Schwierigkeiten verknüpft, so erfordert sie doch gewisse von den früheren Analytikern wohl nicht überall angewandte Vorsichtsmaßregeln, wenn das Resultat der Wahrheit möglichst nahe kommen soll. Insbesondere mache ich darauf aufmerksam, daß bei der Scheidung der Thonerde vom Lithion leicht etwas Alkali im Niederschlage bleibt, was bei dem hohen Sauerstoffgehalt des Lithions von Einfluß auf die relative Menge der Basen seyn muß.

Die weiter unten mitgetheilten Analysen beider Mineralien

1) Diese Ann. Bd. 79, S. 162.

ralien wurden mittelst kohlensauen Natrons und Fluorwasserstoffsäure ausgeführt.

Das Zusammenschmelzen des feinen Mineralpulvers mit der vierfachen Menge reinen kohlensauen Natrons (durch Glühen von krystallisirtem Bicarbonat bereitet) geschah mittelst des Plattner'schen Gebläses. Die mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure zersetzte Masse wurde in einer Platinschale nur im Wasserbade zur Trockne verdunstet. Die auf gewöhnliche Art abgeschiedene Kieselsäure wurde über der Berzeliuslampe geglüht; ich habe die Beobachtung Scheerer's ¹⁾, daß sie starkes Glühen mittelst des Gebläses erforderte, um ein constantes Gewicht zu liefern, hier nicht bestätigt finden können. Die geglühte Kieselsäure, mit einer Auflösung von kohlensauem Natron und ein wenig Kalihydrat gekocht, hinterließ immer einige Milligrammen Rückstand, der als unzersetztes Mineral betrachtet werden mußte. Die Thonerde wurde durch Ammoniak gefällt, von neuem in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, worauf zur Reduction des Eisenoxys ein wenig schwefligsaures Kali hinzugefügt, und mit Kali gekocht wurde. Aus der Auflösung wurde dann die Thonerde nach Uebersättigen mit Chlorwasserstoffsäure durch Ammoniumsulfhydrat abgeschieden. Sie tritt dann nach dem Glühen nur einige Milligrammen an Wasser ab, enthält aber noch Kieselsäure, deren Menge bestimmt wurde, indem man sie mit wenig Wasser und Schwefelsäure erhitzte, wobei jene zurückblieb.

Bei der Zerlegung durch Fluorwasserstoffsäure wurde die Thonerde in ähnlicher Weise zuerst durch Ammoniak, und nach dem Wiederauflösen durch Ammoniumsulfhydrat abgeschieden, und dann erst vom Eisen getrennt. Die schwefelsauren Alkalien verwandelte man in Chlorüre und zog das Chlorkalium durch Behandlung mit 1 Th. absolutem Alkohol und 2 Th. Aether aus. In dem abgedampften Salze wurde die Menge des Chlors bestimmt, und fast genau so groß gefunden, als die Rechnung verlangt. Die

1) Diese Ann. Bd. 84, S. 335.

in jener Mischung unlöslichen Chlortüre von Kalium und Natrium wurden auf die gewöhnliche Art getrennt, und das Natron zuletzt noch auf einen Rückhalt an Erden geprüft.

I. Spodumen.

Zur Analyse diente zunächst die Varietät von Utö, so wie ferner eine von Prof. Breithaupt mitgetheilte aus Tyrol (Sterzing oder Lisens), beide von bekanntem Vorkommen.

Das specifische Gewicht, an grobem Pulver bestimmt, fand sich:

$$\text{Utö} = 3,1327$$

$$\text{Tyrol} = 3,137.$$

a. Spodumen von Utö.

1.	2.	3 (lebhaft grün gefärbt).
Mit kohlen. Natron.	Mit Fluorwasserstoffsäure.	
Kieselsäure 65,02		
Thonerde 27,70	29,47	30,26
Eisenoxydul Spur	Spur	Spur
Kalkerde 0,80	0,20	} nicht bestimmt
Talkerde 0,15	Spur	
Lithion	5,50	5,35
Natron	}	0,51
Kali		0,14

b. Spodumen aus Tyrol.

1.	2.	3.
Mit kohlen. Natron.	Mit Fluorwasserstoffsäure.	
Kieselsäure nicht best.	65,53	
Thonerde 27,91	29,97	29,25
Eisenoxydul nicht best.	1,40	1,45
Kalkerde 0,84	0,87	1,07
Talkerde 0,09	0,06	0,06
Lithion		4,49
Natron		0,07
Kali		0,07

Die Mittel dieser Versuche sind demnach:

	Utö.		Sauerstoff.	Tyrol.		Sauerst.
Kieselsäure	65,02		33,78	65,53		34,05
Thonerde	29,14		13,61	29,04		13,56
Eisenoxydul	Spur			1,42	0,31	
Kalkerde	0,50	0,14	3,33	0,97	0,26	3,09
Talkerde	0,15	0,06		0,07	0,03	
Lithion	5,47	3,00		4,49	2,46	
Natron	0,46	0,11		0,07	0,02	
Kali	0,14	0,02		0,07	0,01	
	100,88.			101,61 ¹⁾ .		

Die grüne Färbung des Spodumens hat mich veranlaßt, das Eisen als Oxydul anzunehmen.

Das Sauerstoffverhältniß der Monoxyde, der Thonerde und der Kieselsäure ist daher in

$$a. = 1 : 4,0 : 10,1$$

$$b. = 1 : 4,4 : 11,0.$$

Man kann aus vorstehenden Analysen nicht wohl ein anderes Verhältniß als 1 : 4 : 10 ableiten, und dies führt zu der Formel



welche der Spodumen mithin als eine Verbindung von *Bisilikaten* erscheinen läßt²⁾.

Etwas anders und viel weniger einfach waren die früher gegebenen Formeln.

Hagen, welcher den Spodumen von Utö allein vollständig untersuchte³⁾, und darin das Natron auffand, trennte dasselbe nicht vom Lithion, sondern bestimmte die Schwefelsäure in den schwefelsauren Alkalien, und berechnete

- 1) Hagen fand in dem Sp. aus Tyrol (Ratschings) 66,027 Proc. Kieselsäure und 26,451 Proc. Thonerde und Eisenoxyd. Letztere Zahl ist wohl zu niedrig.
- 2) Dieselbe Formel hat früher schon v. Kobell angenommen, ehe das Natron im Mineral bekannt war.
- 3) Diese Ann. Bd. 48, S. 369.

daraus die Mengen beider, was bekanntlich kein sehr genaues Resultat liefert. Das Mittel seiner Bestimmungen ist:

			Sauerstoff.
Kieselsäure	65,022		33,79
Thonerde	26,837		12,53
Eisenoxydul	0,860	0,19	3,00
Lithion	3,836	2,13	
Natron	2,683	0,68	
	99,238.		

Hier herrscht das Sauerstoffverhältniß von 1 : 4,18 : 11,26. Hagen hat 1 : 4 $\frac{1}{2}$: 12 statt dessen angenommen; seine Formel $\text{Na}\ddot{\text{Si}} + 3\text{Li}\ddot{\text{Si}} + 6\text{Al}\ddot{\text{Si}}^2$ muß man aber $2\text{R}\ddot{\text{Si}} + 3\text{Al}\ddot{\text{Si}}^2$ schreiben.

Berzelius nahm dagegen 1 : 4 : 12 an, und gab dem Spodumen die Formel $\text{R}^2\ddot{\text{Si}}^4 + 4\text{Al}\ddot{\text{Si}}^2$.

Man sieht, daß Hagen's Analysen fast zu demselben Resultat wie die meinigen geführt, und nur eine andere Deutung erhalten haben.

Hagen hat in dem Spodumen von Sterling (Massachusetts) in den Vereinigten Staaten die Alkalien nicht bestimmt; er fand 65,247 Proc. Kieselsäure und 27,556 Proc. Thonerde.

Nun erschien vor einiger Zeit eine Untersuchung des amerikanischen Spodumens durch G. Brush¹⁾. Sie betrifft die Varietäten von Norwich und Sterling in Massachusetts; die Alkalien wurden als schwefelsaure Salze bestimmt, (d. h. also nicht getrennt, sondern nur, wie es von Hagen geschah, ihrer Menge nach berechnet). Die Mittel von je zwei Analysen sind:

Norwich.				Sterling.			
			Sauerstoff.				Sauerstoff.
Kieselsäure	62,89 ²⁾		32,67	62,76			32,61
Thonerde	28,42		13,28	29,33			13,75
Kalkerde	1,04	0,29	4,06	0,63	0,18	4,19	
Lithion	5,67	3,12		6,48	3,56		
Natron	2,51	0,65		1,76	0,45		
	100,53.			100,96.			

1) *Am. Journ. of. Sc. II. Ser. X.* 370.

2) A. a. O. steht irrthümlich 62,39.

Auffallend ist hier der geringere Säuregehalt, da doch nach Hagen die zweite Varietät in dieser Beziehung ganz mit dem europäischen Spodumen übereinstimmt; nur Stromeyer fand in dem von Utö gleichfalls 63,3 Proc. Kieselsäure, alle übrigen Untersucher, Arfvedson, Regnault, Hagen und ich hingegen 65 bis 66 Proc.

Andererseits ist die Menge der Alkalien gröfser, als Hagen und ich sie fanden; die Richtigkeit der Zahlen dürfte wohl zu bezweifeln seyn, da Lithion und Natron nicht getrennt wurden.

Das mittlere Sauerstoffverhältnifs ist hier $= 1:3,27:7,92 = 0,92:3:7,27$. Brush hat es $= 1:3:8$ angenommen, und dadurch den dem Leucit conformen Ausdruck



gewonnen, welcher 1 At. des zweiten Gliedes weniger enthält als der von mir gefundene.

Nach Brush ist das spec. Gew. des Spodumens von Norwich $= 3,18$.

Schon früher hatte Bowen in dem Spodumen von Conway, Massachusets, 65,3 Proc. Kieselsäure, jedoch nur 24,5 Proc. Thonerde gefunden¹⁾. Hiernach stimmt also der amerikanische Spodumen wenigstens im Säuregehalt mit dem europäischen überein.

Bis sich Gelegenheit findet, den ersteren zu untersuchen, möchte die von mir gegebene Formel, der die gröfsere Zahl von Analysen zur Seite steht, als die wahrscheinlichste angenommen werden.

Deutliche Krystalle von Spodumen waren bisher nicht bekannt; er kommt gewöhnlich in derben Massen vor, mit drei Spaltungsrichtungen, von denen sich zwei unter Winkeln von $93\frac{1}{2}^\circ$ und $86\frac{1}{2}^\circ$ schneiden, eine anderen der kürzeren Diagonale des dadurch gebildeten rhombischen Prismas parallel geht. Dana, Hartwell und Hitchcock haben neuerlich Spodumenkrystalle von Norwich, Massachusets beschrieben, welche die Form des Augits haben²⁾.

1) *Amer. Journ. of Sc.* 1824, VIII. 120.

2) *Syst. of Min.* III. Edit. p. 693, und *Amer. Journ. of Sc.* II. Ser. X. p. 119, 264, (1850).

Fig. 3 Taf. IV. giebt die Abbildung eines solchen Krystalls und Fig. 4 seine Horizontalprojection. In der horizontalen Zone läßt sich die Fläche b^3 nur auf einer Seite beobachten. Oben (durch die punktirtten Kanten angedeutet) ist er theilweise verbrochen, und ebenso ist die Richtung der Kante zwischen o' und o'' nicht deutlich. Die übrigen Flächen glatt, obwohl nicht glänzend. Er besitzt die gewöhnliche Spaltbarkeit, am vollkommensten nach M , kaum weniger nach N . Die Oberfläche von M ist sehr fein gestreift in der durch die punktirte Linie bezeichneten Richtung, welche der Kante zwischen a und M entspricht, und in welcher gleichfalls deutliche Spuren von Spaltbarkeit gefunden wurden.

Die Messungen, die nur approximativ seyn konnten, zeigen in der That meistens nahe Uebereinstimmung mit den entsprechenden Winkeln des Augits, wie folgende Uebersicht zeigt, wo die Augitflächen mit den üblichen Buchstaben ¹⁾ bezeichnet sind.

Augit.	Spodumen.
$M : M = 87^\circ 6'$	$N : N = 87^\circ$
$M : r = 133 \quad 33$	$N : M = 133 \quad \text{bis } 133^\circ 30'$
$M : l = 136 \quad 27$	$N : b = 137 \quad \text{bis } 136 \quad 30$
$r : l = 90 \quad 0$	$M : b = 90$
$r : t = 74 \quad 1$	$P : M = 69 \quad 40'$
$s : s = 120 \quad 38$	$a : a = 117$
$s : r = 103 \quad 20$	$a : M = 100 \quad 30$
$z : z = 80 \quad 28$	$t^2 : t^2 = 79 \quad 30$
$z : l = 139 \quad 56$	$t^2 : b = 139 \quad 45 \text{ bis } 140$
$o : o = 95 \quad 36$	$a^2 : a^2$
$o : r = 118 \quad 24$	$a^2 : M = 116.$

Die Fläche b^3 neigt sich gegen N unter $153 - 154^\circ$ und gegen M unter 107° . Eine solche ist beim Augit noch nicht beobachtet. Doch ist es wohl unzweifelhaft, daß sie $= a : \frac{1}{2} b : \infty c$ ist, da sie dann gegen N unter $153^\circ 24'$ und gegen M unter $106^\circ 57'$ geneigt seyn müßte.

1) Vergl. z. B. Naumann's Elemente der Min. 2. Aufl. S. 354.

Abgesehen von den Differenzen der Neigung $P:M$ und $a:a$, die wohl von der Unvollkommenheit der Messungen herrühren, stimmen also die Flächen mit denen des Augits überein, und es ist:

Augit.	Spodumen.
M	$N = a : b : \infty c$
r	$M = a : \infty b : \infty c$
l	$b = b : \infty a : \infty c$
t	$P = c : \infty a : \infty b$
s	$a = a' : b : c$
z	$t^2 = b : 2c : \infty a$
o	$a^2 = a' : b : 2c$
	$b^3 = a : \frac{1}{3}b : \infty c.$

Die Flächen o' und o'' sind nicht mit Sicherheit zu bestimmen. Wenn o' aufser a und M , auch noch mit a^2 und N in eine Zone fiele, so wäre sie $= \frac{1}{3}a' : b : c$. Dana und Hartwell haben $o' : M = 127^\circ$ gefunden; allein die Rechnung erforderte unter jener Annahme $140^\circ 18'$. Dagegen ist $o'' : M = 140^\circ$ gemessen, und eine Verwechslung beider hier vielleicht eingetreten.

Andere Krystalle hatten P , o' und o'' nicht, noch andere zeigten in der Endigung nur t^2 und a^2 . Sie sind von beträchtlicher Gröfse (bis $11\frac{1}{2}''$ lang und etwa halb so dick), grünlich grau oder bläulich gefärbt, an den Kanten durchscheinend.

Die Isomorphie von Augit und Spodumen ist wiederum einer jener zahlreichen Fälle von gleicher Form bei ungleicher Constitution. Allerdings bestehen beide Mineralien nur aus Bisilicaten, doch müfste man annehmen, dafs $R^3\text{Si}^2$ isomorph wäre mit AlSi^2 , wenn die Constitution beider analog seyn sollte, wozu indessen die bekannten Thatfachen nicht führen. Jedenfalls ist die Constitution eine ähnliche. Berechnet man das Atomgewicht des Spodumens mit Weglassung des Natrons, von dem höchstens 1 At. auf 27 At. Lithion kommt, so erhält man

10 At. Kieselsäure	5773,10	64,95
4 » Thonerde	2569,32	28,91
3 » Lithion	546,09	6,14
	<u>8888,51.</u>	<u>100.</u>

Ist das specifische Gewicht = 3,13, so ist das Atomvolum = 2840.

Dana hat gefunden, dafs das Atomvolum isomorpher Körper sich der Gleichheit weit mehr nähert, wenn man es durch die Anzahl der Elementaratome der Verbindung dividirt ¹⁾).

Nun ist das Atomgewicht des Kalk-Talk-Augits (Diopsids) = 2043,74, das spec. Gew. = 3,28, das Atomvolum mithin = 623. Die Zahl der Elementaratome in $\text{Ca}^2 \text{Si}^2 + \text{Mg}^2 \text{Si}^2$ beträgt 28, so dafs $\frac{623}{28} = 22$.

Beim Spodumen ist die Zahl der Atome = 64, oder wenn man in der Thonerde 1 Atom = 1 Aequiv. Aluminium annimmt, nur 60; das reducirte Atomvolum ist mithin = 47 oder 44, und letztere Zahl ist genau die Doppelte von der des Augits.

II. Petalit.

Zur Untersuchung diente der blafs-röthliche Petalit von Utö, dessen spec. Gew. sich in zwei Versuchen = 2,447 und 2,455 ergab.

Die Analysen *a*, *b* und *c* wurden mittelst kohlensauren Natrons, *d* und *e* mittelst Fluorwasserstoffsäure ausgeführt.

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>	<i>e.</i>
Kieselsäure	77,90	77,60	77,88		
Thonerde	19,63			17,90	18,20
Lithion				3,16	3,44
Natron mit					
Spuren von Kali				0,91	1,48

woraus das Mittel ist:

1) *Amer. Journ. of Sc. II. Ser. IX.* Auch im Journ. f. prakt. Chemie Bd. 54, S. 115.

			Sauerstoff.
Kieselsäure	77,79		40,42
Thonerde	18,58		8,67
Lithion	3,30	1,81	} 2,11
Natron	1,19	0,30	
	<u>100,86.</u>		

Das Sauerstoffverhältnifs der Alkalien, der Thonerde und der Säure ist hier $= 1 : 4,1 : 19,1 = 0,95 : 3,86 : 18$. Nimmt man mit Rücksicht darauf, dafs besonders bei den Alkalien ein geringer Verlust unvermeidlich ist, das Verhältnifs $= 1 : 4 : 18$, so erhält der Petalit den Ausdruck



Es könnte scheinen, als wäre das Verhältnifs $1 : 4 : 20$ und die daraus abgeleitete Formel



vorzuziehen, theils weil dann der Petalit gerade doppelt so viel Säure enthält als der Spodumen, theils weil dann beide Glieder der Formel gleiche Sättigungsstufen bilden. Allein schwerlich kann die Analyse einen Ueberschufs von Basen ergeben, und überdies ist ein Silicat mit dem Sauerstoffverhältnifs $1 : 4$ in der Reihe der Sättigungsstufen weniger annehmbar als solche mit $1 : 3$ und $1 : 6$, wenigstens bei der Annahme von 3 At. Sauerstoff in der Kieselsäure.

Wenn, den mitgetheilten Analysen zufolge, auf 1 At. Natron 6 At. Lithion kommen, so würde die berechnete Zusammensetzung des Petalits seyn

$3\text{R}\ddot{\text{Si}}^2 + 4\ddot{\text{Al}}\ddot{\text{Si}}^3$		$\text{R}^3\ddot{\text{Si}}^4 + 4\ddot{\text{Al}}\ddot{\text{Si}}^4$	
Sauerstoff $= 1 : 4 : 18$		$= 1 : 4 : 20$	
Kieselsäure	18 At. $= 10391,58 - 76,43$	20 At. $= 11546,20 - 78,27$	
Thonerde	4 „ $= 2569,32 - 18,90$	4 „ $= 2569,32 - 17,42$	
Lithion	$\frac{1}{7}$ „ $= 468,08 - 3,44$	$\frac{1}{7}$ „ $= 468,08 - 3,17$	
Natron	$\frac{3}{7}$ „ $= 167,53 - 1,23$	$\frac{3}{7}$ „ $= 167,53 - 1,14$	
	<u>13596,51. 100.</u>	<u>14751,13. 100.</u>	

Hagen erhielt bei seinen Analysen des Petalits von Utö folgende Zahlen ¹⁾:

1) Diese Ann. Bd. 48, S. 362.

	a.	b.	c.	Mittel.
Kieselsäure	77,222			77,22
Thonerde	17,216	17,195	18,000	17,47
Lithion		2,692	2,660	2,67
Natron		2,302	2,273	2,29
				<hr/> 99,65.

Hagen hatte das Sauerstoffverhältnifs $= 1 : 3\frac{3}{4} : 15$ angenommen, und die Formel $4R^3\text{Si}^4 + 15\text{Al}\text{Si}^4$ oder eigentlich $\text{Na}^3\text{Si}^4 + 3\text{Li}^3\text{Si}^4 + 15\text{Al}\text{Si}^4$ gegeben, welche Berzelius in die oben angeführte zweite Formel mit dem Sauerstoffverhältnifs von $1 : 4 : 20$ verwandelt hat. Da die Alkalien nicht direct getrennt wurden, so mag auch hier die Menge des Lithions zu gering gefunden seyn. Die Kieselsäure, der wohl am genauesten bestimmbare Bestandtheil des Ganzen, liegt bei Hagen wie bei mir zwischen dem der beiden Formeln. Die analytischen Methoden gewähren aber keine vollständige Sicherheit der Bestimmung bei derartigen alkaliarmen Silicaten, bei denen kleine Unterschiede schon die Formel ändern. Wenn ich der ersten den Vorzug gebe, so möchte ich darum doch nicht ihre unbedingte Richtigkeit zugestehen.

Dieser Umstand tritt ebenfalls bei einem Vergleich mit dem *Kastor* hervor, welcher nach Plattner kein Natron enthält, aber nach Demselben eine andere Zusammensetzung wie der *Petalit* hat, indem sein Sauerstoffverhältnifs $= 1 : 6 : 27$, und demzufolge seine Formel $= \text{Li}\text{Si}^3 + 2\text{Al}\text{Si}^3$ ist. Trotzdem sind die Differenzen im Kieselsäure- und Thonerdegehalt bei beiden nicht gröfser wie bei verschiedenen Analysen des nämlichen Minerals, da

	Petalit.	Kastor.
Kieselsäure	77,79	78,01
Thonerde	18,58	18,85
Lithion	3,30	2,76
Natron	1,19.	

Da man keinen Grund hat, an der Richtigkeit der Analyse des *Kastors* zu zweifeln, so müssen für jetzt Pe-

talit und Kastor für verschiedene Verbindungen gehalten werden.

Vor dem Löthrohr färbt der Petalit ganz deutlich die Flamme durch Lithiongehalt, wenn auch mehr als der Spodumen, der sich ebenso verhält, wobei die Natronfärbung hervortritt.

VII. *Ueber die Thorerde und die Donarerde.*

I. Auszug eines Schreibens des Hrn. A. Damour in Paris vom 26. März d. J. an Hrn. H. Rose.

Die Beschreibung der Eigenschaften des Metalls Donarium, welches in einem Minerale von Brevig, dem sogenannten Orangit enthalten ist, und die seines Oxyds, hatten in mir einige Zweifel über die wirkliche Natur derselben erregt. Ich habe deshalb etwas Orangit einer chemischen Untersuchung und darauf einer quantitativen Analyse unterworfen, wodurch ich die Gewissheit erlangt habe, daß das neue Metall weiter nichts als unreines Thorium, und daß das Mineral, aus welchem es dargestellt worden ist, identisch mit dem Thorit ist. Der Orangit unterscheidet sich in der That von dem Thorit nur durch seine minder dunkle und durch seine oraniengelbe Farbe. Wie dieser enthält er auch kleine Mengen von den Oxyden des Bleies, des Eisens, des Mangans, des Urans u. s. w.

Ich kann um so weniger Zweifel über die Aechtheit des Minerals, welches ich analysirt habe, hegen, da ich dasselbe von Hrn. Krantz selbst sehr theuer erkaufte (18 Francs für das Quentchen). Die Stücke sind von einer schönen oraniengelben Farbe, von einem spec. Gew. von 5,19, und nach verschiedenen Richtungen spaltbar. Sie gelatiniren mit Säuren, und enthalten ungefähr 18 Proc. Kieselsäure. Die Thorerde, welche ich daraus dargestellt

habe, ist von vollkommen weißer Farbe; sie zeigt alle Charaktere, die Berzelius angegeben hat. Was Hrn. Bergemann zu dem Irrthum veranlaßt hat, ist, wie ich mit Sicherheit vermuthete, daß er die Erde aus dem Orangit nicht gehörig gereinigt, und sie nicht vollkommen von den Oxyden des Bleies, des Mangans, des Eisens, des Urans und der Kalkerde getrennt hat.

11. Auszug eines Schreibens des Hrn. N. J. Berlin, Prof. der Chemie an der Universität zu Lund, vom 4. April d. J., an Hrn. H. Rose.

Schon vor einem Jahre, also früher als die Entdeckung des Donariums bekannt war, hatte ich eine qualitative Analyse des sogenannten Orangits aus Björno bei Brevig angestellt, und glaubte demzufolge das darin befindliche Oxyd als Thorerde erkannt zu haben. Als ich die Angabe des Hrn. Bergemann in Bonn über das Donariumoxyd erfuhr, und eine etwas größere Quantität (etwa 2 Grammen) des seltenen Minerals aus Norwegen erhielt, habe ich eine neue Untersuchung angestellt, und dabei gefunden, daß das Donariumoxyd nichts anders ist, als Thorerde, verunreinigt durch kleine Mengen von Uranoxyd, Eisenoxyd, Vanadinsäure und vielleicht auch Molybdänsäure.

Der nach Abscheidung der Kieselsäure in der Auflösung des Orangits durch Ammoniak bewirkte Niederschlag besitzt in der That die Eigenschaften und Reactionen, welche Bergemann angiebt. Wenn man aber diese Auflösung mit einer heißen, gesättigten Auflösung von schwefelsaurem Kali vermischt, so kann man aus dem dabei entstandenen Niederschlag ein, auch nach dem Glühen, ganz weißes Oxyd darstellen, welches sich anders verhält. Aus der von dem durch schwefelsaures Kali bewirkten Niederschlage abfiltrirten Flüssigkeit können durch geeignete Behandlung mit Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium kleine Quantitäten von Zinn, Uran, Eisen und Vanadin abgeschieden werden.

Daß so dargestellte weißes Oxyd besitzt alle Reactionen der Thorerde. Zur größeren Sicherheit habe ich zwei

Salze derselben, nämlich das durch Kochen gefällte schwefelsaure und das oxalsaure, analysirt. Die durch Kochen der Auflösung dargestellte schwefelsaure Thorerde ist nach Berzelius $\text{Th}\ddot{\text{S}}+2\text{H}$ und enthält demnach 53,76 Proc. Thorerde. Von dem von mir auf diese Weise dargestellten Salze gaben 0,802 Grm. (über Schwefelsäure getrocknet) nach starkem Glühen 0,4315 Grm. Rückstand, was 53,8 Proc. entspricht. Das durch Fällung mit Oxalsäure bereitete oxalsaure Salz, bei 100° C. getrocknet, lieferte in zwei Versuchen 59,44 und 59,41 Proc. geglühten Rückstand. Nach der Formel $\text{Th}\ddot{\text{C}}+\text{H}$ würde der Rückstand 60,0 Proc. betragen haben.

Die Analyse des Orangits gab ziemlich dasselbe quantitative Resultat, welches Bergemann erhielt. Bergemann hatte gefunden:

Kieselsäure	18,50
Oxyd	74,33
Wasser	7,17
	<hr/> 100,00.

Ich fand

		Sauerstoff.
Kieselsäure	17,78	9,23
Thorerde	73,29	8,69
Kalkerde	0,92	
Oxyde von Uran, Eisen,		
Zinn und Vanadin	0,96	
Glühverlust (Wasser)	7,12	6,23.

Wenn man für die Kalkerde u. s. w. eine hinlängliche Menge von Kieselsäure abrechnet und das Flüchtige für Wasser hält, so entspricht diese Analyse recht gut der Formel $\text{Th}^3\ddot{\text{S}}+2\text{H}$. Der Orangit wäre demnach Thorit, weniger einem Atom Wasser. Da aber bei der Berechnung der Formel des Thorits die für die übrigen in diesem Minerale vorkommenden Silicate abgezogene Wassermenge ziemlich willkürlich bestimmt ist, so wäre es wohl möglich, daß die in dem Thorit enthaltene kieselsaure

Thorerde nur zwei Atome Wasser enthielt, und dafs also der Orangit nur eine reinere Art Thorit sey. Leider habe ich es versäumt, das spec. Gewicht des Orangits zu bestimmen, bevor ich das Mineral analysirte.

Noch mufs ich eine Bemerkung über die Thorerde hinzufügen. Es wird angegeben, dafs die Thorerde nach dem Glühen in Säuren völlig unlöslich sey. Diefs ist in der That wahr, was die Erde betrifft, die durchs Glühen des Hydrats erhalten worden ist. Diejenige Erde aber, welche durchs Glühen des oxalsauren Salzes dargestellt ist, und welche einen hohen Grad von Zertheilung besitzt, löst sich allmählig in concentrirter Chlorwasserstoffsäure auf, wenn sie lange damit digerirt wird, und kann aus der Auflösung mit ihrem charakteristischen Eigenschaften wieder niedergeschlagen werden.

VIII. *Ueber die Thorerde und die Donarerde; von Prof. Bergemann.*

(Aus einer brieflichen Mittheilung an den Herausgeber.)

Bonn, den 10. April.

Bei der Aehnlichkeit, welche die Donarerde mit der Zirkon- und Thorerde besitzt, mufste ich meine Untersuchungen auch auf diese Oxyde ausdehnen, was leider bei der grofsen Seltenheit des Vorkommens, namentlich thorerdehaltiger Mineralien, so sehr erschwert wird. Ich war vergeblich bemüht Donarerde in verschiedenen, wie es mir schien dem Orangit nahestehenden Massen aus dem Zirkonsyenit aufzufinden und konnte daher leider nur einige wenig entscheidende Versuche mit dem mir zu Gebote stehenden Abfällen des Minerals bisjetzt anstellen. Diese Versuche reichen jedoch hin, eine nahe Beziehung der Donarerde, vielleicht Identität, mit der Thorerde darzuthun, ferner den Beweis zu liefern, dafs die Eigenschaften dieser

beiden Oxyde noch sehr wenig erforscht sind und einer umfassenderen Bearbeitung bedürfen. Ich erlaube mir schon heute Ihnen die Resultate einiger Versuche kurz mitzutheilen, da dieselben, wie mir scheint, nicht ohne Interesse sind; eine vollständige Arbeit über den Gegenstand gedenke ich Ihnen später zu senden.

Da es bei der Untersuchung des Orangits wohl öfter vorkommen wird, daß das für die Ausführung einer Analyse bestimmte Material aus Abfällen des Minerals ausgesucht werden muß, indem reine Bruchstücke oder Krystalle wohl selten für diesen Zweck geopfert werden, so muß man fremde Beimischungen hier besonders berücksichtigen. Es finden sich namentlich Stäubchen einer Bleiverbindung von ähnlichem Ansehen der Masse beigemischt. Die Auflösung des Minerals ist daher in einer besonderen Probe immer nach Abscheidung der Kieselsäure zunächst mit Schwefelwasserstoff zu behandeln und genauer auf fremdartige Theile zu untersuchen. Auch Uran ist in dem Mineral enthalten; es bedingt aber nicht die rothe Farbe der Erde. Wenn ich auch jetzt nicht mehr im Stande bin angeben zu können, welche von den von mir beschriebenen Versuchen mit vollkommen uranfreien Oxyden angestellt waren, so kann das doch nur bei sehr wenigen der Fall gewesen seyn, da die Erde, so wie ich sie für diesen Zweck benutzte, aus dem schwefelsauren Doppelsalz mit Kali dargestellt war.

Der Orangit unterscheidet sich vom Thorit nicht allein durch seine Farbe und sein specifisches Gewicht, ersterer = 5,397, dieser = 4,63, sondern besitzt häufig einen deutlichen Blätterdurchgang und kommt selbst in vollkommen ausgebildeten Quadrat-Octaëdern vor, während dagegen der Thorit nichts Krystallinisches zeigt. Die kleinsten Stückchen Orangit, in die Flamme der Weingeistlampe gebracht, decrepitiren, indem die einzelnen abspringenden Stäubchen verglimmen. Der Thorit decrepitirt nicht und nimmt nach dem Glühen eine gelbe Farbe an. Indessen kann das Pulver desselben, wie ich gefunden habe, auch zum Verglimmen

gebracht werden, wenn es nur recht fein ist; es kann selbst vorher in einer Glasröhre stark erhitzt gewesen seyn. Beide geben beim Erhitzen Wasser.

Nach der Publication meiner Untersuchung des Oranigits habe ich eine Analyse des Thorits ausgeführt, um mir reine Thorerde zu verschaffen, und um diese mit der Donarerde vergleichen zu können. Das dazu gewählte Mineral war von schwarzer Farbe, fast glasiger Beschaffenheit und besaß ein specifisches Gewicht von 4,686. Für die Untersuchung wurde ganz der Weg eingeschlagen, wie er von Berzelius gewählt worden ist. Die Resultate meiner Untersuchung sind

Kieselsäure	19,215 Proc.
Thorerde	56,997 „
Wasser	9,174 „

Die sonst noch im Thorit enthaltenen Stoffe habe ich quantitativ nicht bestimmt, mich aber von der Gegenwart nicht unbedeutender Mengen von Eisen, Mangan, Kalk sowie von Spuren von Blei, Uran, Zinn überzeugt.

Die Thorerde wurde nach der Trennung der Kieselsäure und nach Beseitigung der durch Schwefelwasserstoff fällbaren Metalle aus der chlorwasserstoffsäuren Auflösung in folgender Weise dargestellt. Die Auflösung wurde mit Ammoniak behandelt, wodurch Thorerde, Eisen, Uran u. s. w. gefällt, dagegen der Kalk beseitigt wurde. Der ausgestüfte Niederschlag wurde wieder in Chlorwasserstoffsäure gelöst, die Auflösung neutral gemacht und darauf concentrirt. Zu dieser Auflösung wurde eine in der Siedhitze bereitete gesättigte Solution von schwefelsaurem Kali gesetzt. Der Niederschlag von schwefelsaurem Thorerdekali entstand augenblicklich, er wurde nach Verlauf von mehreren Stunden abfiltrirt und das Filtrat zur qualitativen Bestimmung von Eisen, Uran u. s. w. benutzt. Das Auswaschen des schwefelsauren Doppelsalzes geschah mit einer concentrirten Auflösung von reinem schwefelsauren Kali und wurde sehr lange Zeit fortgesetzt. Ich habe mich mit aller Sicherheit davon überzeugt, daß das

hin-

hinterbleibende Salz vollkommen rein war und keine Spur von einem metallischen Körper desselben verunreinigte. Das Doppelsalz wurde darauf mit kochendem Wasser behandelt, um es zur Auflösung zu bringen; was aber doch nur sehr langsam geschah, wenn dem Wasser nicht einige Tropfen Chlorwasserstoffsäure beigesetzt wurden. Aus dieser Auflösung ward nun die Thorerde durch Kali gefällt und nach vollständigem Aussüßen getrocknet und gegläht. Die so bereitete Erde hatte eine schwach gelbliche Farbe, was nach Berzelius von einer Spur Mangan herrührt. Es wollte mir jedoch nicht gelingen, dieses mit Sicherheit durch Hülfe des Löthrohrs in dem Oxyde zu entdecken. Die Auflösung dieses für ganz reine Thorerde gehaltenen Oxyds wollte ich nun zur Ausführung der vergleichenden Versuche benutzen, überzeugte mich aber bei der weiteren Prüfung, daß in der angegebenen Weise reine Thorerde nicht zu erhalten ist, und die dafür angesehene Masse eine Verbindung derselben mit Kali darstellt.

Ich hatte bei den Versuchen, welche ich mit dem Donaroxyde anstellte, bemerkt, daß der durch Kali in den Auflösungen hervorgebrachte Niederschlag sich nur sehr schwer aussüßen läßt, und daher vermuthete ich, daß leicht ein wenig Kali in demselben zurückbleiben könne. Dennoch wählte ich zur Fällung gewöhnlich Ammoniak, um die auch von diesem nach dem Aussüßen hinterbleibenden Theile durch das spätere Ausglühen zu verjagen. Ebenso kann ferner aus dem durch Kochen aus einer Auflösung in kohlensaurem Ammoniak gefällten Donaroxyde, selbst nach scharfem Austrocknen, Ammoniak wieder entwickelt werden. Bei der großen Aehnlichkeit zwischen Donarerde und Thorerde mußte der Gedanke nahe liegen, daß auch von dieser Kali so hartnäckig zurückgehalten werden könne, zumal da die Farbe des durch Kali erzeugten Niederschlages der ersteren bedeutend lichter ausfiel, als bei dem durch Ammoniak dargestellten Oxyde. Um weiteren Aufschluß über diese Verhältnisse zu erhalten und um zu

sehen, ob die nach der angegebenen Methode dargestellte Thorerde wirklich rein wäre, wurde die stark ausgeglühte Erde längere Zeit mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure digerirt, wodurch sich aber nur Spuren der Masse lösen ließen und eine Veränderung in der Farbe der darauf abfiltrirten ausgesüßten und wieder scharf erhitzten Erde nicht eintrat. In der abfiltrirten Flüssigkeit konnte ich nur Spuren von Thorerde entdecken. Ich digerirte darauf die Thorerde mit concentrirter Schwefelsäure, dampfte die überschüssige Schwefelsäure größtentheils ab und löste das hinterbleibende Salz in kaltem Wasser. Die Auflösung wurde in drei Portionen getheilt; aus der einen wurde die Thorerde wieder durch Kali, aus der zweiten dagegen durch Ammoniak gefällt, während die dritte zur Trockne verdampft und der Rückstand zur Entfernung der Schwefelsäure geglüht wurde. Die durch Ammoniak und Kali erzeugten Niederschläge waren von blendend weißer Farbe und wurden beide lange Zeit durch kochendes Wasser ausgesüßt. Beim Eintrocknen der Massen trat aber schon eine Veränderung der Farbe ein, indem das durch Ammoniak gefällte Oxyd sich röthlich färbte, und nach dem Ausglühen nahm dasselbe eine ziegelrothe Farbe an. Ich untersuchte diese rothe Thorerde näher, fand sie aber frei von jeder Verunreinigung. Die bei dem Ausfüßen erhaltene Flüssigkeit wurde zur Trockne eingedampft und das Ammoniaksalz durch starkes Glühen entfernt. Es hinterblieb aber hierbei ein Rückstand, der sich durch schwefelsaures Kali zu erkennen gab. Das durch Kali gefällte Oxyd dagegen hatte nach dem Ausglühen wieder die gelbliche Farbe, wie die Erde sie vor dem Wiederauflösen in Schwefelsäure besessen hatte. Das durch starke Glühitze zerstörte schwefelsaure Salz zeigte ebenfalls die gewöhnliche Beschaffenheit. Müssen wir nach diesen Versuchen nicht annehmen, daß die für reine Thorerde gehaltene Masse, wenn dieselbe durch Zerlegung des schwefelsauren Doppelsalzes mit Kali dargestellt worden ist, eine Vereinigung derselben mit Kali bilde, und daß die eigentliche Farbe

des Thoroxydes, so wie ich sie beim Donaroxyde beschrieben habe, die rothe sey, wodurch eine Hauptverschiedenheit zwischen Thor- und Donarerde wegfallen würde? Das schwefelsaure Doppelsalz der Thorerde ist übrigens durch Ammoniak eben so leicht zu zerlegen, wie durch Kali. Das Verhalten der Auflösung dieser Masse gegen die meisten Reagentien ist mit dem von mir beschriebenen ganz übereinstimmend. Die Farbe des Oxyds ist roth, es besitzt eine grofse Härte; wird es sehr fein gepulvert, so nimmt es ein gelbliches Ansehen an, und mit gröfserer Vertheilung nimmt dieses zu; so z. B. wenn das oxalsaure Salz durch Glühen zerstört wird, hinterbleibt ein schwach gelblich gefärbtes Pulver, ebenso wenn man die Schwefelsäure aus dem schwefelsauren Salze durch starke Glühhitze austreibt. Chlorwasserstoffsäure wirkt auf den sehr fein vertheilten Rückstand nur sehr langsam ein; Schwefelsäure löst ihn auch nur schwierig, indem das in der Hitze so wenig lösliche Salz die vorhandene Erde selbst beim Kochen immer fest einschließt.

Sollte die Donarerde nur das reinere Thoroxyd seyn, so würde der Orangit die Zusammensetzung $\text{Th}^{\text{a}} \ddot{\text{Si}} + 2\text{H}$ haben und sich vom Thorit durch ein fehlendes Atom Wasser unterscheiden. Meinen früher gemachten Angaben zu Folge vermuthe ich jedoch, dafs die Zusammensetzung der Thorerde wie die der Oxyde $\ddot{\text{R}}$ ist, und einige neuere Versuche, über welche ich später berichten werde, machen mir diese Annahme gegenwärtig noch wahrscheinlicher.

Ein anderer Grund zur Vermuthung, dafs die Thorerde, so wie sie bisher zu vielen Versuchen benutzt wurde, nur eine Vereinigung mit Kali, analog dem Zirkonerde-Kali, bildete, und dafs die erwähnte rothe Masse das reine Oxyd darstellt, scheint mir in dem Verhalten gegen Kalium zu liegen. Thorerde wird, wie Berzelius mit Bestimmtheit angiebt, nicht durch Kalium reducirt; Donarerde fand ich dagegen reducirbar. Nun habe ich gefunden, dafs die gelbliche Thorerde, so wie sie durch Fällung aus ihren

Auflösungen durch Kali gewonnen wird, ganz so wie Berzelius angiebt, sich nicht durch Kalium zersetzen läßt, und dafs die Erde ohne alle Veränderung nach Entfernung des Kalis wieder zurückbleibt. Wendet man dagegen zu dem Versuche das rothe durch Ammoniak gefällte Oxyd an, so erfolgt die Reduction mit Kalium sogar mit Leichtigkeit und ganz ebenso wie ich es bei dem Donaroxyde beschrieben habe. Wird das dabei erhaltene schwarze Metallpulver erhitzt, so verbrennt es mit Schnelligkeit und unter bedeutender Lichtentwicklung wieder zum röthlichen Oxyde.

Uebrigens zeigt das durch Kali, sowohl wie durch Ammoniak, dargestellte und feingepulverte Oxyd ein Verglimmen, wenn man Stäubchen desselben in die Flamme der Weingeistlampe streut; dagegen habe ich diese Erscheinung nicht bei dem Oxyde bemerkt, was durch Glühen des oxalsauren oder schwefelsauren Salzes dargestellt war; es entwickelte sich hierbei nur ein starkes Licht, wie es mehrere andere Körper zeigen.

Eine andere merkwürdige Eigenschaft besitzt das rothe Thoroxyd in seinem grofsen specifischen Gewicht. Ich habe dasselbe zu 8,975 gefunden, während Berzelius dasselbe in der weifsen Masse zu 9,402 angiebt. Es ist möglich, dafs diese gröfsere Schwere durch ein anhaltenderes Glühen und vielleicht erst durch einen höhern Hitzgrad erreicht werden kann. Bei meinem Versuche wurde das Oxyd etwa eine halbe Stunde hindurch einer starken Rothglühhitze ausgesetzt. Leider bin ich noch nicht im Stande gewesen mir aus dem Orangite wieder das Oxyd bereiten zu können, um den von mir früher angestellten Wägungsversuch, den ich übrigens nur einmal vorgenommen hatte, zu wiederholen, und zu bestimmen, ob die in dieser Beziehung angegebene grofse Differenz in einem Irrthum ihren Grund habe. Mit dieser Frage bleiben also noch manche andere zu beantworten übrig, die nur mit der vergleichenden Untersuchung des aus dem Thorit, sowie aus dem Orangit dargestellten Oxydes ihre Lösung

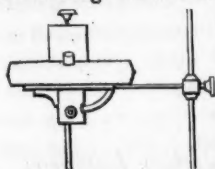
finden können, besonders wenn die Arbeiten nicht mit zu kleinen Mengen der leider so seltenen Mineralien ausgeführt werden. Ich hoffe Ihnen in Kurzem die weiteren Details der Arbeit übersenden zu können.

IX. *Verbesserung an den chemischen Lampen;*
von W. Batka in Prag.

Die von mir in diesen Annalen 1838 zuletzt beschriebene Drehlampe hatte ein neues Princip der Bewegung der Dochtschraube zum Grunde; allein der doppelte Cylinder erhitzte sich zeitweilig, wenn lange geglüht wurde, und der Weingeist überstieg sehr oft durch seine Ausdehnung den innern Rand des Dohtcylanders und entzündete sich an dem äusseren, wodurch unnütz Weingeist verschwendet wurde. Ich bin daher zu dem einfachen Cylinder wieder zurückgekehrt und habe bei der letzten Wiener Ausstellung von 1845 meine Lampen durch die Führung des Lampenstegs von aussen verbessert, indem dadurch das Oxydiren des Stahltriebes durch die sich stets bildende Lampensäure vermieden und eine solidere Führung des Hebel-Steges von aussen durch den Geigenbogen bezweckt wurde. Auch wurden schon früher die Lampen und das Stativ nach den alten Quinquet-Oellampen modificirt, nämlich der Weingeistbehälter durch seine Mitte an der Stange befestigt und der Argand'sche Cylinder durch eine Röhre, wie bei der Fuchs'schen Lampe, gespeist, wodurch Bequemlichkeit mit Solidität verbunden wurde.

Die neueste Modification bei meinen Lampen besteht nun darin, dass ich den Hebelsteg und seinen Sack-Behälter ganz entfernt, und blofs einen Geigenbogensteg von Neusilberdraht an den Cylinder der Lampe unmittelbar angebracht habe. Dadurch wurde die Quinquet-Lampe

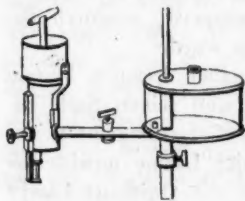
ungemein vereinfacht und die gewöhnliche Kranz- oder Berzelius-Lampe auf gleiche Weise keinen Explosionen mehr ausgesetzt. Der Argand'sche Cylinder hängt frei bei



der letzteren, wie es die nebenstehende Zeichnung zeigt, in der Mitte von zwei Stützen, — ist bei beiden Lampen von dünnen Blech mit einem hartgelötheten Brandrohr versehen, dadurch weit weniger ableitend und den

Weingeist erhitzend, wie bei den gewöhnlichen Hebelsteg oder Sackbehälter, *den ich dadurch ganz beseitige*; die Luft tritt an allen Seiten frei an die Flamme und die Anwendung des Plattner'schen Spinnengebläses bei beiden Lampen ist ohne alle Schwierigkeit.

Wie bekannt habe ich schon viel früher (Buchner's *Repert. Bd. XXV.*) die Fuchs'sche Lampe durch einen Hahn und eine neue Dochtschraube verbessert. Der Hahn bewährte sich dabei ganz gut und es konnte dadurch nicht nur der Zufluß des Weingeistes regulirt, sondern derselbe auch ganz abgesperrt werden, was bei unterbrochenen Arbeiten, wegen der Verdunstung in dem nicht vollkommen verschlossenen Cylinder, von großer Sparsamkeit ist. Bei der letzten Ausstellung in London habe ich eine Quinquet-Lampe von Neusilber mit dieser Verbesserung und dem Weingeistbehälter von starkem Glase ausgestellt, die sich des allgemeinen Beifalls erfreute. Die Durchsichtigkeit des Glases gewährt den Vortheil, den Stand des Weingeistes genau zu wissen, und eine dabei angebrachte Scala in Cubik-Centimetern den Verbrauch derselben, bei gewissen Arbeiten oder vergleichenden Versuchen, bestimmt



angeben zu können. Die Lampe ist, statt in der Mitte, mehr seitlich durchbohrt, wie es die nebenstehende Zeichnung angiebt, theils um die Zufluß-Röhre etwas länger halten, theils um den Hahn bequem fassen zu können.

Schon längst bediene ich mich statt der eisernen Schrauben, wegen des leichten Verrostens, in den Stellknöpfchen meiner Lampen jener von Messingdraht; allein sehr praktisch, und die Auslage von 40 Xr. pro Schraube lohnend, habe ich bei meiner eigenen Lampe Palladiumsilberdraht-Schrauben gefunden, die selbst nach mehrjährigem Gebrauche unverändert und stets fest bleiben.

Die Glühkappen mit Doppelwände habe ich bereits 1838 bei meinen Drehlampen in Anwendung gehabt und zwar wegen der Ableitung der strahlenden Hitze, welcher diese Vorrichtung nicht vollkommen entsprach. Diese Ableitung war inzwischen durch den bedeutenden Luftzug so groß, daß sie auf Unkosten des Weingeistes und selbst der Flamme wirkte, weshalb ich davon ebenfalls wieder abging und jetzt die Glühkappen zwar doppelt, aber enger und unten geschlossen (ohne Luftzug) anwende, wodurch die Hitze besser zusammengehalten und die äußere Wand des Aufsatzes geschont wird.

X. Rechnungen, das Scintillometer des Hrn. Arago betreffend; von Hrn. Babinet.

(*Compt. rend. T. XXXIII. p. 589.*)

Die Theorie, welche Hr. Arago vom Funkeln der Sterne gegeben hat, ist wenigstens ein Viertel-Jahrhundert alt. Indem er dieses, bis dahin unerklärte Phänomen auf Interferenzen zurückführte, vermochte er es theoretisch in seinem ganzen Detail zu verfolgen. Ueberdies hat er dasselbe reproducirt in Apparaten von unbegrenzter Genauigkeit, die in ihren ferneren Anwendungen Fortschritte der Optik und Astronomie versprechen, wie kein anderes Instrument sie hoffen läßt. Unter anderen Apparaten, die gleichsam zur Messung des Funkelns bestimmt waren, hat er bekanntlich die dunklen Punkte benutzt, die er, vor

und hinter dem Brennpunkt, längs der Axe eines Fernrohrs mit abgeblendetem (*diaphragmé*) Objectiv entdeckte, um das Funkeln der Sterne wahrzunehmen und die Häufigkeit desselben zu bestimmen. Durch Anwendung eines kreisrunden nur eine Oeffnung von wenigen Centimetern gewährenden Diaphragmas, vor dem Objectiv, erhielt Hr. Arago, außer dem gewöhnlichen Bilde im Brennpunkte des Objectivs, eine Reihe abwechselnd heller und dunkler Punkte, die in gleichen Zwischenräumen dies- und jenseits des Brennpunktes auf der Axe des Fernrohrs gelegen waren. Diese dunklen und hellen Punkte waren gänzlich verschieden von denen, welche eine kleine kreisrunde, von homogenem Lichte erleuchtete Oeffnung lieferte. Das Diaphragma des Objectives gestattet so viele Centimeterdurchmesser als die kleine Oeffnung Millimeter zulässt. Der Achromatismus ist im ersten Falle viel mehr erreicht als im zweiten, und endlich hat die Lagerung der dunklen und hellen Punkte im Fernrohr keine Beziehung zu denen der kleinen Oeffnung, wie leicht vorauszusehen, da beim abgeblendeten (*diaphragmée*) Fernrohr die Lage dieser Punkte sich nach ihrem Abstände vom Brennpunkt richtet, welcher in der Axe der freien kreisrunden Oeffnung fehlt. Zur Zeit seiner ersten Veröffentlichungen über diesen Gegenstand forderte Hr. Arago mich auf, für seine Versuche analoge Rechnungen zu machen, wie sie bereits die Theorie der Farben und Intensitäten für kleine Oeffnungen und kleine kreisrunde Scheiben gegeben hatte, und nachdem er mir sogar die anzuwendenden Integrale nachgewiesen, fand ich, daß die Rechnung bei weitem nicht so verwickelt sey wie man fürchten könnte, vielmehr übersandte ich ihm sehr einfache Formeln. Der Aufsatz ist indess nicht wieder aufzufinden gewesen; ich habe daher die Rechnungen, auf Hrn. Arago's Aufforderung, wiederholt und lege sie der Academie vor. Sie geben, aber nur für die Axe des Fernrohrs, die Theorie dieser sonderbaren Licht-Maxima und -Minima, die von ihm für die Construction eines Scintillometers so nützlich angewandt wurden.

Berechnung der Lichtmenge in jedem Punkt der Axe, für ein Objectiv, welches so abgeblendet worden, daß alle Strahlen als im Einklang betrachtet werden können.

Die zum Objective austretenden Strahlen sind so modificirt, daß sie nun, von irgend einem Zeitpunkt aus, gleiche Wege bis zum Hauptbrennpunkt zurücklegen; dieß ist nicht mehr der Fall bei einem, auf der Axe, um den kleinen Abstand ε vom Brennpunkt entfernten Punkt. Ist f die Brennweite des Objectivs, so wird $f - \varepsilon$ der Abstand dieses Punkts vom Objectiv seyn, und der Gang-Unterschied zwischen dem centralen und dem um x vom Centrum des Objectivs entfernten Strahl ist:

$$\frac{x^2}{2} \left(\frac{1}{f - \varepsilon} - \frac{1}{f} \right) = \frac{x^2}{2} \cdot \frac{\varepsilon}{f^2}$$

wenn man die kleinen Größen zweiter Ordnung vernachlässigt.

Dieß gesetzt, wird, nach der Interferenztheorie, die Intensität des Lichts in irgend einem Punkt der Axe, der vom Brennpunkt um den kleinen Abstand ε entfernt ist, abhängen von den Integralen der beiden Ausdrücke:

$$2\pi x dx \cos 2\pi \frac{x^2 \varepsilon}{2\lambda f^2} \quad \text{und} \quad 2\pi x dx \sin 2\pi \frac{x^2 \varepsilon}{2\lambda f^2}$$

genommen von $x=0$ bis $x=r$, wo r der Durchmesser des kreisrunden Diaphragmas ist, welches das Objectiv abblendet. Um die Intensität des Lichts in dem um ε vom Brennpunkt entfernten Punkt der Axe zu erhalten, muß man die Summe der Quadrate dieser beiden Integrale nehmen.

Die beiden Integrale sind:

$$\frac{\lambda f^2}{\varepsilon} \sin 2\pi \frac{r^2 \varepsilon}{2\lambda f^2} \quad \text{und} \quad \frac{\lambda f^2}{\varepsilon} \left(1 - \cos 2\pi \frac{r^2 \varepsilon}{2\lambda f^2} \right).$$

Durch Addition ihrer Quadrate kommt:

$$\frac{2\lambda^2 f^4}{\varepsilon^2} \left(1 - \cos 2\pi \frac{r^2 \varepsilon}{2\lambda f^2} \right).$$

Dieser Ausdruck ist Null für alle Werthe von ε , welche geben:

$$\left. \begin{aligned} 2\pi \frac{r^2 \varepsilon}{2\lambda f^2} &= \pm 2\pi \\ 2\pi \frac{r^2 \varepsilon}{2\lambda f^2} &= \pm 4\pi \\ 2\pi \frac{r^2 \varepsilon}{2\lambda f^2} &= \pm 6\pi \end{aligned} \right\} \text{ oder } \left\{ \begin{aligned} r^2 \varepsilon &= \pm 2\lambda f^2 \\ r^2 \varepsilon &= \pm 4\lambda f^2 \\ r^2 \varepsilon &= \pm 6\lambda f^2. \end{aligned} \right.$$

.....

Dagegen erreicht der variable Factor $1 - \cos 2\pi \frac{r^2 \varepsilon}{2\lambda f^2}$ die Zahl 2, seinen Maximum-Werth, wenn man hat

$$\cos 2\pi \frac{r^2 \varepsilon}{2\lambda f^2} = -1$$

woraus

$$\left. \begin{aligned} 2\pi \frac{r^2 \varepsilon}{2\lambda f^2} &= \pm \pi \\ 2\pi \frac{r^2 \varepsilon}{2\lambda f^2} &= \pm 3\pi \\ 2\pi \frac{r^2 \varepsilon}{2\lambda f^2} &= \pm 5\pi \end{aligned} \right\} \text{ oder } \left\{ \begin{aligned} r^2 \varepsilon &= \pm \lambda f^2 \\ r^2 \varepsilon &= \pm 3\lambda f^2 \\ r^2 \varepsilon &= \pm 5\lambda f^2. \end{aligned} \right.$$

.....

und man erhält in diesem Fall für ε Werthe, die genau zwischen den den dunklen Punkten der Axe entsprechenden liegen.

Nachdem der strenge Calcul gemacht ist, wird es gut seyn, ihn durch eine geometrische Construction zu verificiren. Zu dem Ende wollen wir die durch das Diaphragma gehende Welle, beim Austritt aus dem Objectiv, zerlegen in kreisrunde Ringe, deren äußere und innere Gränzen in Bezug auf den im Abstand ε vom Brennpunkt liegenden Punkt um eine Viertelwelle verschieden sind. Wird das Diaphragma ganz eingenommen von vier, acht oder zwölf dieser Ringe, so findet zwischen ihnen eine vollständige Zerstörung statt, und man erhält auf der Axe im Abstand ε vom Brennpunkt einen schwarzen Punkt. Schreiben wir also, z. B. für den ersten schwarzen Punkt, der Gangunterschied zwischen dem centralen und dem von ihm um r entfernten äußersten Strahl sey vier Viertel λ oder viel-

mehr λ . Dann wird der besagte Gangunterschied genau ausgedrückt durch

$$\frac{r^2}{2} \left(\frac{1}{f-\varepsilon} - \frac{1}{f} \right) \text{ oder vielmehr } \frac{r^2}{2} \cdot \frac{\varepsilon}{f^2}.$$

Man hat also

$$\frac{r^2}{2} \cdot \frac{\varepsilon}{f^2} = \lambda \text{ d. h. } r^2 \varepsilon = 2\lambda f^2.$$

wie es aus der Summe der Quadrate der Integrale hervorgeht.

Untersuchung der Aufgabe vom Achromatismus.

Hr. Arago richtete seine Aufmerksamkeit auf die Frage, ob die hellen und dunklen Punkte der Axe gänzlich farblos seyen. Für Licht von mittlerer Intensität, wie das der Sterne, fand er die hellen und dunklen Punkte ziemlich frei von Färbung, besonders den ersten hellen und den ersten dunklen Punkt vom Brennpunkt aus, nach dem Objective hin. Er wagt nicht zu behaupten, daß dieser Achromatismus noch bestehe, wenn er auf ein von sehr entfernten oder von kleinen Kugeln reflectirtes Sonnenlicht visire.

Untersuchen wir nun den Fall eines Objectives von einem Meter Brennpunkt, dergestalt abgeblendet, daß im Mittelpunkt eine kreisrunde Oeffnung von 2 Centimeter Durchmesser übrig bleibe. Für die grünen Strahlen, für die $\lambda = 0^{\text{mm}},00050$, hat man

$$r^2 \varepsilon = 0,001 f^2$$

(hier ist $r = 10$ Millm., $f = 1000$ Millm.). Daraus folgt:

$$100 \varepsilon = \frac{1}{1000} \cdot 1000^2 \text{ oder } \varepsilon = 10 \text{ Millm.}$$

Man müßte also das Ocular um 10 Millm. hineinschieben, um den Punkt zu finden, bei dem diese Strahlen vollständig zerstört würden.

Für die rothen Strahlen, wo $\lambda = 0^{\text{mm}},00061$, hat man

$$100 \varepsilon' = \frac{122}{100000} \cdot 1000^2 \text{ oder } \varepsilon' = 12^{\text{mm}},2.$$

Es giebt also wirklich, auf der Axe, in 10 Millm. Abstand vom Brennpunkt, vorwaltendes Roth durch Auslöschung der grünen Strahlen, und dagegen in 12,2 Abstand vom Brennpunkt vorwaltendes Grün durch vollständige Auslöschung der rothen Strahlen. Die Aufgabe ist also die: zu berechnen, welche Intensität die in jenen beiden Punkten übrigbleibenden Farben besitzen, welche Intensität z. B. das Grün in $12^{\text{mm}},2$ Abstand vom Brennpunkt besitze, während es bei 10 Millm. Abstand Null ist. Nimmt man mit Fresnel an, dafs die leuchtendsten Strahlen eine Interferenzlänge von $0^{\text{mm}},00055$ besitzen, so müfste man den dunklen Punkt der Axe in den Punkt versetzen, wo eine vollständige Zerstörung dieser Strahlen stattfindet.

Da bei einem nicht achromatischen Objectiv der Brennpunkt der violetten Strahlen näher am Objectiv liegt als der der rothen, so wird offenbar die Oeffnung des abgeblendeten Objectivs desto mehr für die Zahl der Portionen von der violetten Welle verschieden seyn von der was sie für die rothe ist, je mehr der violette Brennpunkt dem Objective näher ist als der rothe. Wollte man also beim Scintillometer den ersten hellen oder den ersten dunklen Punkt auf der Axe, vom Brennpunkt aus, achromatisiren, so müfste man mittelst einer concaven Linse, combinirt mit einem achromatischen Objectiv, den violetten Brennpunkt weiter vom Objectiv fortwerfen als den rothen, so dafs für den Punkt, der vollständig dunkel und achromatisch seyn soll, die Anzahl der in diesem Diaphragma begriffenen Viertelwellen nahezu gleich wäre für zwei oder mehrere Farben. Ohne auf die vorstehende Theorie zu grossen Werth zu legen, mufs ich bemerken, dafs ein optischer Versuch eine ganz besondere Wichtigkeit erlangt, wenn er durch ein genaues Mefsinstrument verificirt wird, (*se traduit par un instrument de recherches ou d'observations*).

Schliesslich noch die Formel, welche die Maxima und Minima für eine sehr kleine kreisrunde, aus unendlicher Ferne durch *homogenes* Licht beleuchtete Oeffnung giebt.

Es sey α der Abstand der dunklen und hellen Punkte vom Objectiv, so hat man

für die dunklen Punkte.

$$r^2 = 2\lambda\alpha$$

$$r^2 = 4\lambda\alpha$$

$$r^2 = 6\lambda\alpha$$

.....

für die hellen Punkte.

$$r^2 = \lambda\alpha$$

$$r^2 = 3\lambda\alpha$$

$$r^2 = 5\lambda\alpha$$

.....

und hier ist kein Achromatismus möglich.

Bemerken wir endlich noch, daß die Lage der dunklen und hellen Punkte in dem Versuch des Hrn. Arago von der Entfernung des Lichtpunktes unabhängig ist und nur zur Brennweite des Objectivs in Beziehung steht, so daß die Rechnung dieselbe ist für das Funkeln der Sterne und für das an kleinen Kugeln in angemessener Entfernung reflectirte Sonnenlicht. Dagegen muß im Fall einer kleinen kreisrunden Oeffnung das Glied $\frac{x^2}{2a\lambda}$ (wo a die Entfernung des Lichtpunktes von der kleinen Oeffnung ist) dem Coëfficienten von 2π unter der Sinus- oder Cosinusfunction hinzugefügt werden. Durch ein leichtes Versehen hat Fresnel die Lage der dunklen Punkte auf der Axe der kleinen kreisrunden, durch homogenes Licht von der Interferenzlänge λ erleuchteten Oeffnung zu $r^2 = 2\lambda\alpha$, $r^2 = 4\lambda\alpha$, $r^2 = 8\lambda\alpha$ etc. angegeben, statt wie oben $r^2 = 2\lambda\alpha$, $r^2 = 4\lambda\alpha$, $r^2 = 6\lambda\alpha$ etc.

XI. *Der Meteorstein von Lixna; von Eichwald.*

(Briefliche Mittheilung an Hrn. A. v. Humboldt.)

St. Petersburg d. 12. März 1832.

Am 30. Junius 1820 fiel beim Dorfe Lasdani, unfern Lixna und nicht weit von Dünaburg, ein *Meteorstein*, der schon längst beschrieben ist, während die seinen Fall begleitenden Erscheinungen noch nicht so bekannt geworden sind, als sie es wohl zu seyn verdienten; — ich habe diesen Meteorstein schon in Froriep's Notizen vom Jahr 1827 kurz beschrieben, und will jetzt der nähern Erscheinungen erwähnen, die seinen Fall begleiteten. Ich verdanke diese Bemerkungen dem Grafen Michael von Plater-Syberg, der als Besitzer von Lixna an dem Tage des Falles die nähern Umstände von vielen Augenzeugen erfahren, und sie damals in sein Tagebuch verzeichnet hatte. Die ersten Zeugen dieses Ereignisses, schreibt mir der Graf, waren zwei Männer von wissenschaftlicher Bildung, ein Feldmesser und der Verwalter von Lixna, die beide im Freien beschäftigt, durch ein über ihren Köpfen ertöndendes Geräusch, das dem einer Schnarre glich, aufmerksam gemacht, eine mit rosenrothem Feuer glänzende Kugel in der Richtung von SSO nach NNW sich rasch fortbewegen sahen; sie hatte die scheinbare Gröfse des Jupiters nahe am Zenith. Die Beobachter folgten der Kugel mit den Augen so lange, bis sie erlosch. Kaum hatten sie den Erlöschungspunkt bemerkt, so vernahmen sie in weniger als einer Minute einen donnernden Schall, der aus jener Himmelsgegend zu ihnen herabtönte. Kleine sich schlängelnde Wölkchen folgten hinter der Kugel her, gleich einem ihr entweichendem Rauche und verschwanden alsdann in der Luft in geringer Entfernung von ihr.

Der Graf ging nach 16 Stunden dieses Steinfalles von Lixna aus, seiner Spur nach und verhörte auf diesem ganzen Wege bis zum Fallpunkte des Meteorsteins alle Bauern, die ihn in den verschiedenen Stadien seiner Bewegung ge-

sehen hatten; alle diese von ihm befragten Leute, deren Zahl sich auf 50 belief, waren gerade damals mit Feldarbeiten beschäftigt. Das immer lauter werdende Schnarren hatte ihre Aufmerksamkeit auf sich gezogen; die näher von Lixna arbeitenden Bauern überzeugten sich ganz deutlich von der Kugelform des Meteors; die weiter von da beschäftigten beschrieben es von der Gestalt einer fliegenden, am hintern Ende brennenden Strohgarbe, welche immer gröfser werdend, sich endlich in eine graue Kugel von der scheinbaren Gröfse des Vollmondes verwandelte, dann jählings in grofsen Abtheilungen auseinanderfuhr und sich sogleich wieder ergänzte, um endlich in der Gestalt eines von oben auseinandergerollten Stückes Leinwand in der Luft zu zergehen. Diefs alles endete mit einem lauten Donnern und Krachen, das vielen Kanonenschüssen und einem starken Gewehrfeuer glich. Das unerwartete Getöse bei ganz heiterem Himmel schien den Bauern das Ende der Welt zu verkündigen.

Sechs andere Bauern, die am Ufer des Kotupschen Sees die Wiesen mähten, sahen während dieses Getöses einen schweren Körper in einer Entfernung von ungefähr 100 Faden von da mit starkem Zischen in den See fallen, dessen Wasser bis zu der Höhe eines grofsen Baumes aufsprühte.

Zwei andere Leute, die ein Feld eggten, bemerkten einen ähnlichen Körper in der Nähe von 20 Schritten in die umgeackerte Erde fallen; der Boden unter ihnen erbebte davon so sehr, dafs sie aus Bestürzung auf die Erde fielen. Als der beherztere unter ihnen sich dem gefallenem Steine näherte und ihn berührte, fand er ihn so heifs, dafs er sich die Hand verbrannte. Noch an zwei andern Stellen fielen ähnliche Trümmer, aber leider der eine in einen Moosmorast und der andere in ein Flüschen, so dafs sie gar nicht aufzufinden waren.

Der auf dem Felde niedergefallene Stein war von afsen ganz schwarz, hatte die Form eines Ambosses und eine mit vielen Vertiefungen oder Eindrücken versehene, wie

mit Fingern durchknetete Oberfläche. Er war mit seiner Spitze $1\frac{1}{2}$ Fufs tief in die Erde gedrungen. Einer der Bauern, ein Schmied, zog ihn aus der senkrechten, kegelförmigen Grube hervor und schätzte sein Gewicht auf etwa 40 Pfund. Er trug ihn nach dem vom Fallpunkte etwa 200 Schritt entfernten Krüge, wo er ihn in mehrere Stücke zerschlug.

Die anfänglich gesehene Bewegung des Meteorsteins erschien als in einer nur wenig zur Erde geneigten Richtung und ging bei gröfserer Annäherung zu ihr in eine senkrechte über, wie es einer parabolischen Bahn eigen ist; die letzte Richtung des Falles war an den zwei Orten, wo sie von mehreren durch den donnernden Schall aufmerksam gemachten Leuten deutlich bemerkt ward, ganz senkrecht; diefs ist auch noch durch den Eindruck erwiesen, den der erreichbare Theil des Meteorsteins auf der Oberfläche der Erde gemacht hatte, wo nämlich kein schiefes Eindringen und daher kein Aufwerfen der Erde auf der äufsern Seite, sondern nur eine senkrechte, kegelförmige Vertiefung von $1\frac{1}{2}$ Fufs Tiefe bemerkt ward, die der Gestalt des Steins entsprach und sich allmählig verschmälernd nach unten fortsetzte.

Der Fallort war von Lixna 21 Werst entfernt und die Höhe in der das Meteor platzte, und in der die graue Kugel von den Bauern gesehen ward, bestimmte der Graf Plater-Syberg annäherungsweise auf etwa 3 Werst. In dieser Entfernung konnte der Stein selbst, so lange er noch vollständig war und höchstens 160 Pfund wog, unmöglich gesehen werden; daher die graue dem Vollmonde ähnliche Kugel nur aus Dämpfen bestehen mochte, welche beim Platzen zuerst auseinandergehen und dann sich wieder zusammenziehen mußten.

Die Fallpunkte der Trümmer befinden sich alle in einem Raume von 1600 Faden Länge und von 1000 Faden Breite.

Das specifische Gewicht beträgt 3,756. Die genaue Ana-

Analyse, die der verstorbene Chemiker Theodor von Grotheus von diesem Aerolithen dem Grafen Plater-Syberg mittheilte, war folgende:

20 Eisen + 2 Nickel	=	22 Nickel-Eisen
6 Eisen + 3,5 Schwefel	=	9,5 Schwefel-Eisen
26		33,2 Kieselerde
		22 .Eisenoxydul
		10,8 Bittererde
		1,3 Thonerde
		0,7 Chrommetall
		0,5 Kalkerde mit einer Spur von Mangan.
		<hr/> 100,0.

Der Meteorstein gehört zu den *mineralischen, nicht krystallinischen Aggregatmassen*, die *metallisches Eisen* in großer Menge enthalten. Er ist von aschgrauer Farbe und sehr feinkörnig; die Körner sind nur durch die Lupe sichtbar, hellgrau, gelblich braun oder schwarz, also von dreierlei Art, ohne die metallischen Körner zu rechnen.

Von den *nicht metallischen Körnern* könnte man die helleren, fast weissen, für kleine, zugerundete Krystalle von Anorthit oder Labrador, die gelblich braunen für Olivin oder sehr kleine Granatkrystalle halten, und die viel gröfseren und seltneren, schwarzen Krystalle für Augit nehmen; diese letztern sind etwa $\frac{3}{4}$ Linie groß, und dennoch zehn Mal gröfser als die Krystalle des Olivins und Anorthits. Sie bilden das nicht metallische Gemenge des Meteorsteins, in dem die Augitkrystalle deutlich eingesprengt erscheinen, während die andern kleinern Krystalle seine Hauptmasse ausmachen.

Zu den *metallischen Aggregaten* gehören, aufser sehr kleinen körnigen Krystallen von Magnetkies, dicht gedrängte und stark glänzende Krystalle von Nickeleisen, das in großer Menge den Meteorstein durchsetzt, aber auch in sehr feinen, dünnen Blättchen vorkommt, die nach allen Richtungen die Steinmasse durchziehen und gleichsam ihr Ske-

lett darstellen. Auf der Bruchfläche des Meteorsteins stellen sich diese den Stein meist senkrecht durchsetzenden Blättchen als kleine Adern dar, die in der Entfernung von 2 bis 3 Linien oft parallel nebeneinander laufen oder sich auch gegenseitig durchkreuzen und auf mannigfache Art mit einander verbinden. Die Blättchen sind an der Oberfläche nicht glatt, sondern stark uneben, und kleine Vertiefungen wechseln mit Erhöhungen ab. Diese blättrige Form des Nickeleisens wird, wie es scheint, nur selten in Meteorsteinen beobachtet; ich sehe sie auch¹⁾ und zwar viel häufiger in einem ähnlichen Meteorsteine, der im Jahre 1825 in Hanaruru, der Hauptstadt der Sandwich-Inseln, niederfiel, zur Zeit als eine russische Corvette unter dem Capitain Kotzebue dort vor Anker lag; ich selbst besitze ein Stück dieses Steins, das der junge Graf von Hayden, damals Flottenofficier auf dem russischen Schiffe, von dort mitbrachte. Die meisten Meteorsteine enthalten das Nickелеisen in kleinen, metallisch glänzenden Körnern, die ihre ganze Masse durchsetzen, wie z. B. der Meteorstein von Bachmut, der in der aschgrauen Farbe und dem feinkörnigen Gefüge auffallend dem Meteorsteine von Lixna gleicht; doch fehlen ihm die gelblichbraunen Granat- oder Olivinkrystalle, die dagegen im Meteorsteine von Smolensk von 1818 in viel größerer Menge bemerkt werden. Diese Aërolithen haben eine sehr matte schwarze Rinde, die gar nicht zu Emaille geschmolzen ist, wie das sonst bei andern Meteorsteinen, wie z. B. bei dem von Bjalistock vom Jahre 1827, der Fall ist.

Der Meteorstein gleicht im Allgemeinen dem Gefüge nach einem Dolerit, indem man Anorthit und Augit, au-

1) Sie sollen am schönsten nach Partsch (Die Meteoriten, Wien 1843 S. 74) im Meteorsteine von Charsonville vom Jahre 1810 vorkommen, doch sind diese schwarzen Adern auch im Meteorstein von Lixna sehr ausgezeichnet und schön, so daß dadurch das Nickелеisen ganz blättrig erscheint; die Blätter verbinden sich mit einander und dadurch entsteht ungefähr dasselbe schwammig-ästige Gerippe, wie dieß das Meteorisen von Krasnojarsk bildet.

fser Olivin, in sehr feinkörnigem, gleichförmigem Gemenge erkennen kann. Ich besitze in meiner Sammlung ein Stück von 22 Loth und habe davon früher ein Stück an das königliche Mineralien-Cabinet zu Berlin mitgetheilt.

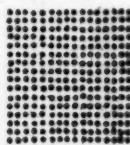
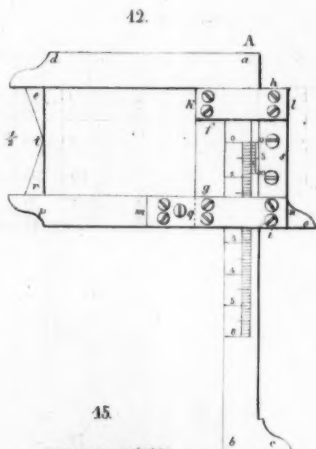
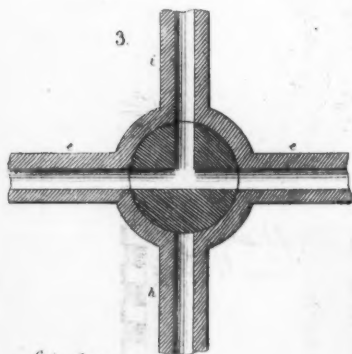
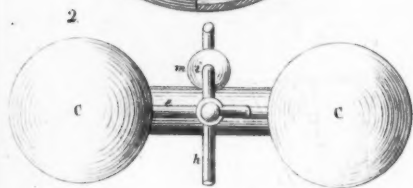
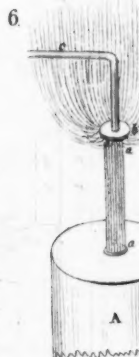
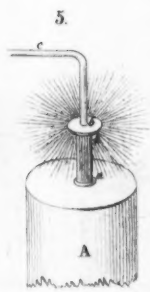
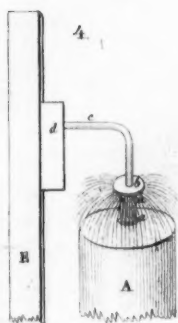
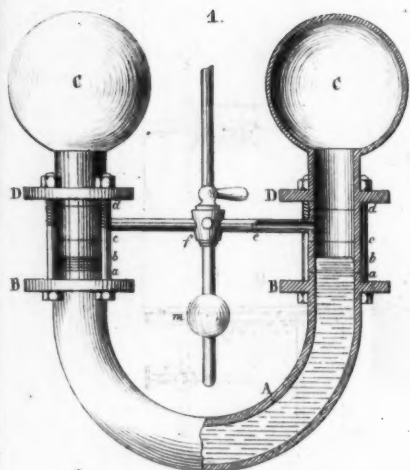
XII. *Tafel über die Spannkraft des Wasserdampfs.*

Diese Tafel ist vor einigen Jahren von Hrn. Regnault in den *Ann. de Chim. et de Phys. Ser. III, T. XIV, p. 206* veröffentlicht worden, am Schlusse einer Notiz über den Siedpunkt des Wassers in verschiedenen Höhen, die wir schon früher in die *Annalen* (Bd. 65, S. 360) aufgenommen hatten, und zwar entlehnt aus den *Compt. rend.*, wo die Tafel fehlte. Wir geben sie hier nachträglich, da wir noch kürzlich auf das Bedürfnis einer solchen zum Behufe des thermo-barometrischen Höhemessens aufmerksam gemacht worden sind.

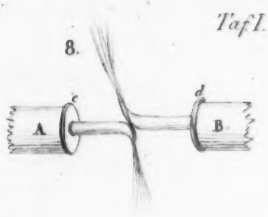
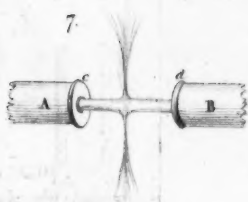
Sied- punkt C°.	Spann- kraft. mm.	Diff.	Sied- punkt. C°.	Spann- kraft. mm.	Diff.	Sied- punkt. C°.	Spann- kraft. mm.	Diff.
85°,0	433,04		86°,7	462,80	1,80	88°,4	494,24	1,90
1	34,75	1,71	8	64,60	1,80	5	96,15	1,91
2	36,46	1,71	9	66,41	1,81	6	98,06	1,91
3	38,17	1,71	87°,0	468,22	1,81	7	99,98	1,92
4	39,89	1,72	1	70,04	1,82	8	501,90	1,92
5	41,62	1,73	2	71,87	1,83	9	03,82	1,92
6	43,35	1,73	3	73,70	1,83	89°,0	505,76	1,94
7	45,09	1,74	4	75,54	1,84	1	07,70	1,94
8	46,84	1,75	5	77,38	1,84	2	09,65	1,95
9	48,59	1,75	6	79,23	1,85	3	11,60	1,95
86°,0	450,34	1,75	7	81,08	1,85	4	13,56	1,96
1	52,10	1,76	8	82,94	1,86	5	15,53	1,97
2	53,87	1,77	9	84,81	1,87	6	17,50	1,97
3	55,64	1,77	88°,0	486,69	1,88	7	19,48	1,98
4	57,42	1,78	1	88,57	1,88	8	21,46	1,98
5	59,21	1,79	2	90,45	1,88	9	23,45	1,99
6	61,00	1,79	3	92,34	1,89	90°,0	525,45	2,00

Sied- punkt C°.	Spann- kraft. mm.	Diff.	Sied- punkt C°.	Spann- kraft. mm.	Diff.	Sied- punkt C°.	Spann- kraft. mm.	Diff.
90°,1	527,45	2,00	93°,8	606,22	2,25	97°,5	694,56	2,52
2	29,46	2,01	9	08,48	2,26	6	97,08	2,52
3	31,48	2,02	94,0	610,74	2,26	7	99,61	2,53
4	33,50	2,02	1	13,01	2,27	8	702,15	2,54
5	35,53	2,03	2	15,29	2,28	9	04,70	2,55
6	37,57	2,04	3	17,58	2,29	98,0	707,26	2,56
7	39,61	2,04	4	19,87	2,29	1	09,82	2,56
8	41,66	2,05	5	22,17	2,30	2	12,39	2,57
9	43,72	2,06	6	24,48	2,31	3	14,97	2,58
91,0	545,78	2,06	7	26,79	2,31	4	17,56	2,59
1	47,85	2,07	8	29,11	2,32	5	20,15	2,59
2	49,92	2,07	9	31,44	2,33	6	22,75	2,60
3	52,00	2,08	95,0	633,78	2,34	7	25,35	2,60
4	54,09	2,09	1	36,12	2,34	8	27,96	2,61
5	56,19	2,10	2	38,47	2,35	9	30,58	2,62
6	58,29	2,10	3	40,83	2,36	99,0	733,21	2,63
7	60,39	2,10	4	43,19	2,36	1	35,85	2,64
8	62,51	2,12	5	45,57	2,38	2	38,50	2,65
9	64,63	2,12	6	47,95	2,38	3	41,16	2,66
92,0	566,76	2,13	7	50,34	2,39	4	43,83	2,67
1	68,89	2,13	8	52,73	2,39	5	46,50	2,67
2	71,03	2,14	9	55,13	2,40	6	49,18	2,68
3	73,18	2,15	96,0	657,54	2,41	7	51,87	2,69
4	75,34	2,16	1	59,95	2,41	8	54,57	2,70
5	77,50	2,16	2	62,37	2,42	9	57,28	2,71
6	79,67	2,17	3	64,80	2,43	100,0	760,00	2,72
7	81,84	2,17	4	67,24	2,44	1	62,73	2,73
8	84,02	2,18	5	69,69	2,45	2	65,46	2,73
9	86,21	2,19	6	72,14	2,46	3	68,20	2,74
93,0	588,41	2,20	7	74,60	2,46	4	71,95	2,75
1	90,61	2,20	8	77,07	2,47	5	73,71	2,76
2	92,82	2,21	9	79,55	2,48	6	76,48	2,77
3	95,04	2,22	97,0	682,03	2,48	7	79,26	2,78
4	97,26	2,22	1	84,52	2,49	8	82,04	2,78
5	99,49	2,23	2	87,02	2,50	9	84,83	2,79
6	601,72	2,23	3	89,53	2,51	101,0	787,63	2,80
7	03,97	2,25	4	92,04	2,51			

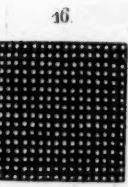
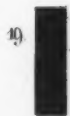
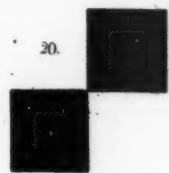
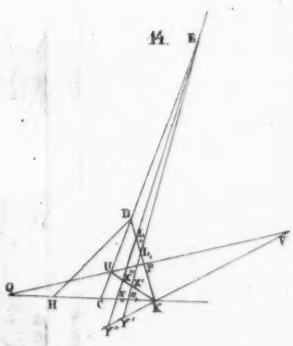
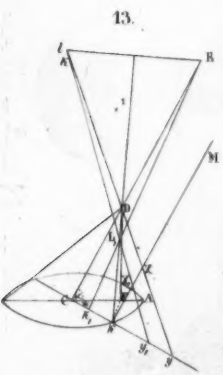
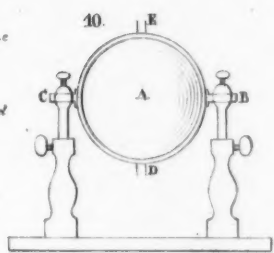
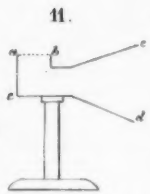
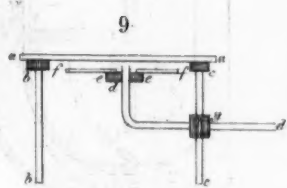




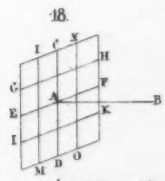
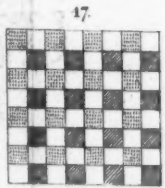
Cusnard & Co.

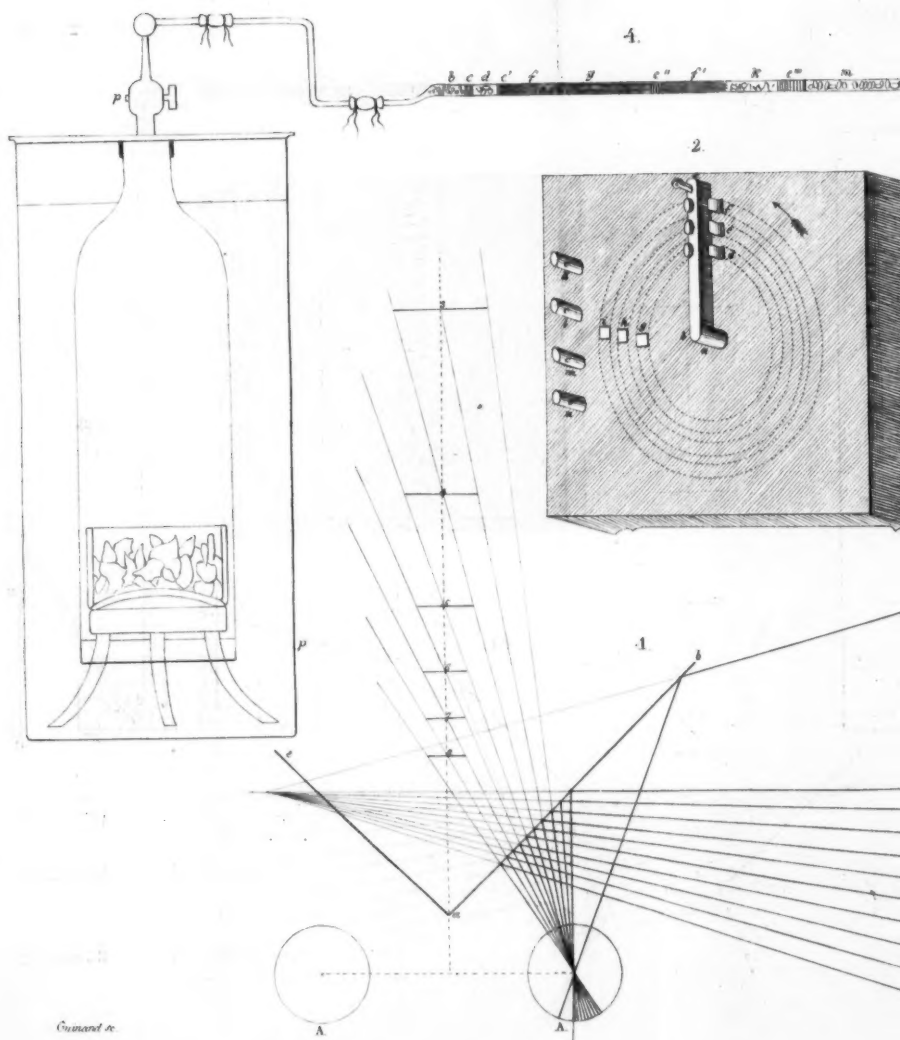


Tafel

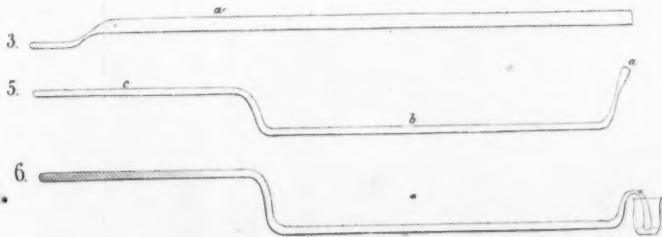
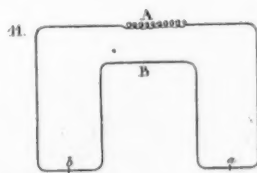
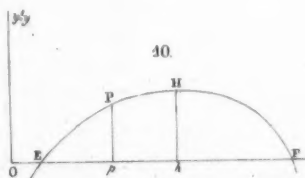
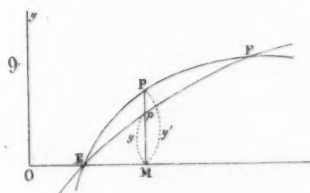
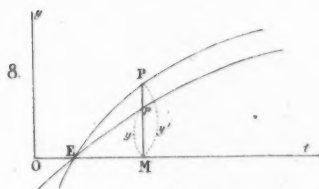
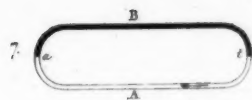
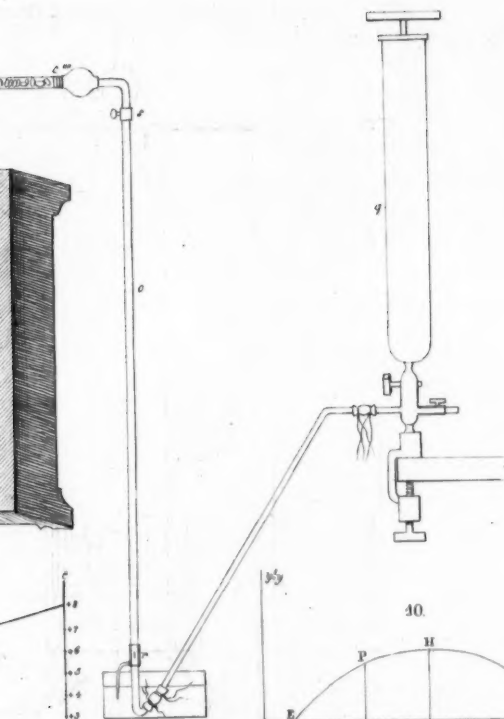


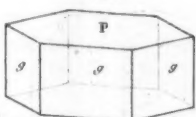
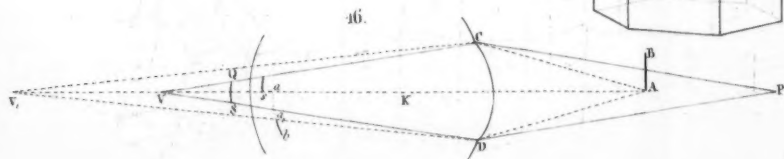
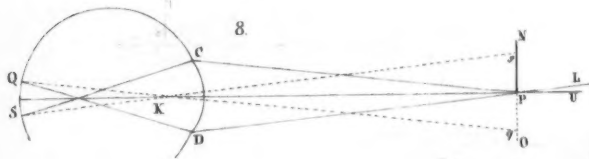
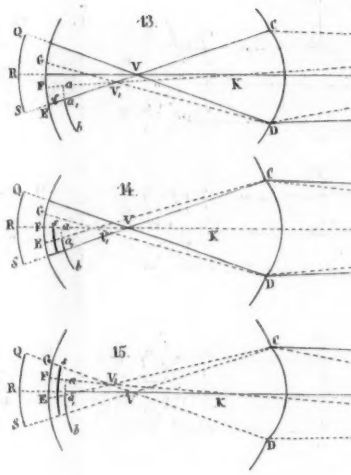
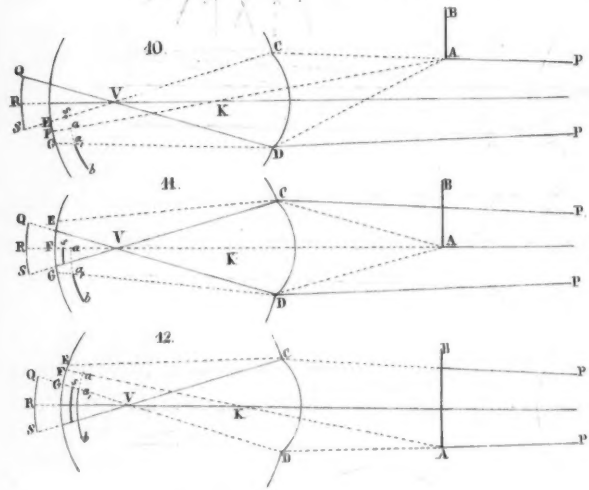
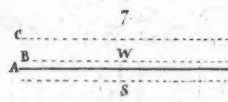
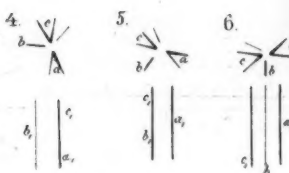
Hoag's gold
with blue





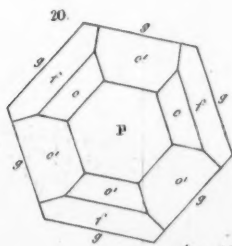
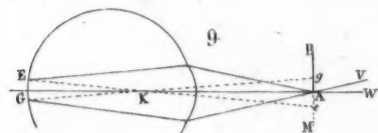
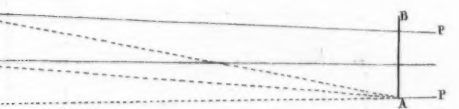
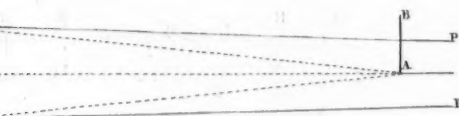
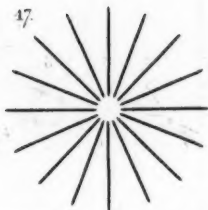
C. G. G. G.



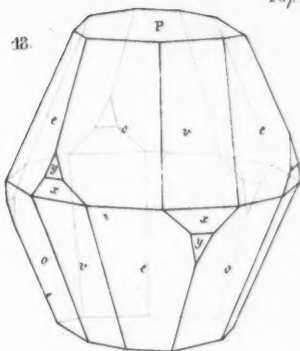


Guinand sc.

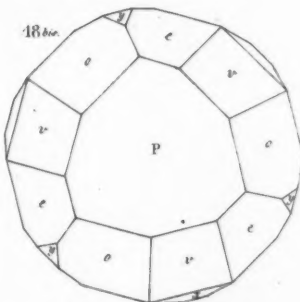
17.



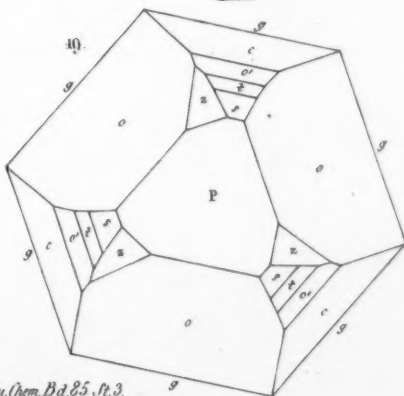
18.

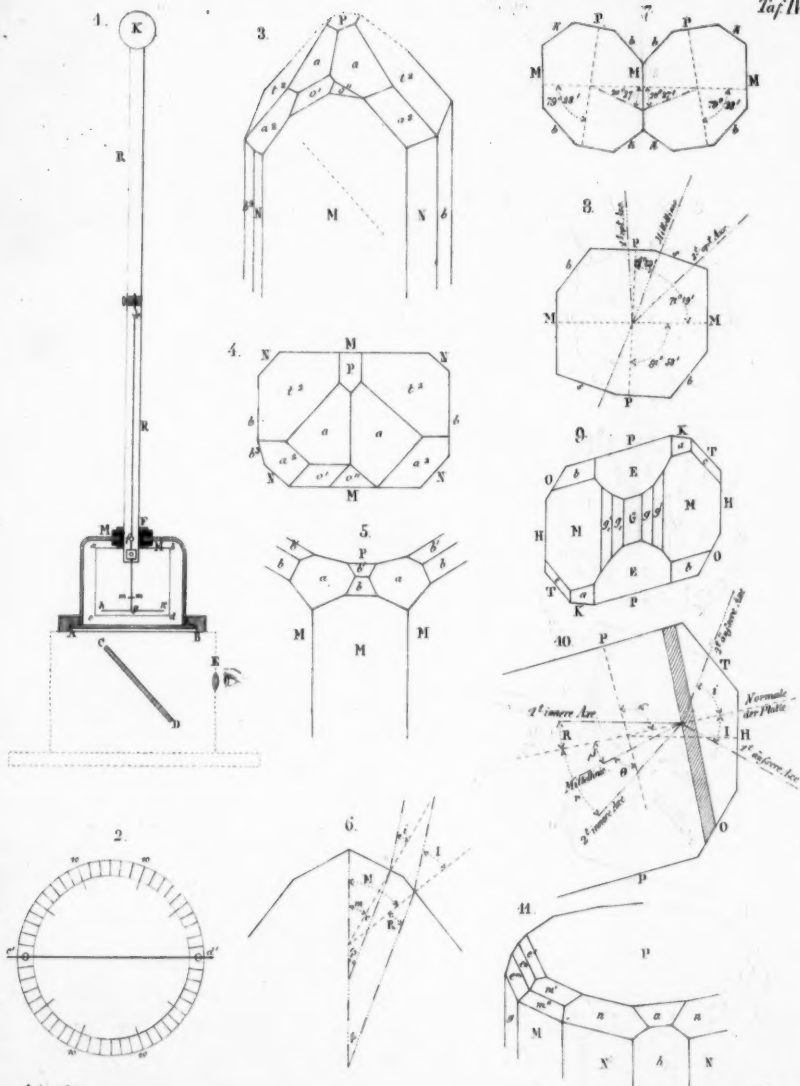


18.



19.





Erasmundee